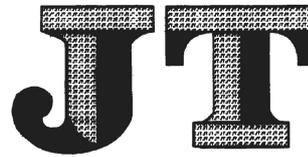


ICS 93.080

CCS P 09



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1508—2024

公路工程施工现场安全防护技术要求

Technical requirements for safety protection at construction
site of highway engineering



2024-08-06 发布

2024-12-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

| | |
|----------------------------------|----|
| 前言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 2 |
| 4 基本要求 | 3 |
| 5 通用安全防护设施 | 3 |
| 6 通用作业 | 14 |
| 7 临时工程 | 22 |
| 8 路基工程 | 25 |
| 9 路面工程 | 28 |
| 10 桥梁工程 | 29 |
| 11 隧道工程 | 33 |
| 12 特殊季节与特殊环境施工 | 37 |
| 附录 A(规范性) 安全防护设施的设计验算 | 38 |
| 附录 B(规范性) 有限空间作业常见有毒气体浓度判定 | 41 |
| 参考文献 | 42 |



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布单位不承担识别专利的责任。

本文件由交通运输部安全与质量监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：交通运输部科学研究院、广东省交通集团有限公司、山东高速集团有限公司、南京市公共工程建设中心、浙江省交通投资集团有限公司、云南省建设投资控股集团有限公司、中国交通建设股份有限公司。

本文件主要起草人：肖殿良、王玉倩、郭鹏、薛志超、武焕陵、宋浩然、李然、王晓方、赵云飞、吴博、刘琦、陈成勇、沈斌、段益庆、罗高峰、高天增、吕大伟、卢瑜、魏玉莲、包启云、向超、刘广宇、方国良、伍建和、陈新、岑君、刘晗、李志辉、李新明、种爱秀。



公路工程施工现场安全防护技术要求

1 范围

本文件规定了公路工程施工现场安全防护的基本要求、通用安全防护设施、通用作业、临时工程、路基工程、路面工程、桥梁工程、隧道工程,以及特殊季节与特殊环境施工的安全防护技术要求。

本文件适用于新建公路工程施工现场的安全防护,其他公路工程可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 2893(所有部分) 图形符号 安全色和安全标志
- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3608 高处作业分级
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台
- GB/T 5013.1 额定电压450/750V及以下橡皮绝缘电缆 第1部分:一般要求
- GB/T 5013.4 额定电压450/750V及以下橡皮绝缘电缆 第4部分:软线和软电缆
- GB/T 5031 塔式起重机
- GB 5144 塔式起重机安全规程
- GB 5725 安全网
- GB/T 5972 起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废
- GB/T 6067.5 起重机械安全规程 第5部分:桥式和门式起重机
- GB 6722 爆破安全规程
- GB/T 8918 重要用途钢丝绳
- GB 12358 作业场所环境气体检测报警仪 通用技术要求
- GB 26469 架桥机安全规程
- GB/T 26471 塔式起重机 安装、拆卸与爬升规则
- GB/T 28264 起重机械 安全监控系统
- GB/T 34023 施工升降机安全使用规程
- GB/T 34198 起重机用钢丝绳
- GB/T 34525 气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规定
- GB/T 34650 全断面隧道掘进机 盾构机安全要求
- GB 38454 坠落防护 水平生命线装置
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范



- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50661 钢结构焊接规范
- GB 50720 建设工程施工现场消防安全技术规范
- GB 51018 水土保持工程设计规范
- GB 51210 建筑施工脚手架安全技术统一标准
- CB 4287 船厂大型平板车及大型物件运输安全技术要求
- JT/T 1295 道路大型物件运输规范
- JT/T 1499 公路水运工程临时用电技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

施工现场安全防护 safety protection at construction site

为将施工现场危险、有害因素控制在安全范围内或减少、消除和预防事故危害所采取的技术、管理措施和配置的临时设施、设备、器具等。

3.2

防护栏杆 protection rail

沿平台、通道、孔口及其他敞开边缘垂直安装,以阻挡人员和物料坠落,且能够承受一定冲击荷载的临时设施。

3.3

围栏 fence

沿危险场所、设施、设备等周边设置,以阻挡人员接近的临时设施。

3.4

防护棚 protection shed

为保障人员、车辆和设备安全而设置的具备防物体打击、防晒、防雨等功能的临时设施。

3.5

安全通道 safety runway

为人员、车辆安全往返作业区域而设置的专用通道。

3.6

人行塔梯 pedestrian tower ladder

为人员上下通行而设置的模块化组装的塔形梯道。

3.7

作业平台 work platform

高处作业或水上作业中,能够承载作业人员、设备、工具和临时物料的平台,主要有悬挑式、落地式和移动式。

3.8

独立式防船撞墩 independent anti-collision pier

在栈桥或水中作业平台附近水域,独立于主体工程而设置的由多根桩、柱连成整体的防船或漂浮物碰撞的设施。

3.9

有限空间 confined spaces

封闭或部分封闭、进出口受限但人员可以进入,未被设计为固定工作场所,通风不良,易造成有毒有

害、易燃易爆物质积聚或氧气含量不足的空间。

注:公路工程施工中有限空间作业主要有人工挖孔作业,隧道开挖作业,钢箱梁内的电气焊作业和涂装作业,设备、井下和管道内的清淤、检修作业等。

4 基本要求

- 4.1 施工现场安全防护应坚持安全可靠、规范便捷、经济适用、技术先进的原则,应按照国家、行业的规定禁止使用或限制使用危及生产安全的施工工艺、设备和材料。
- 4.2 施工现场安全防护应与相应工程施工方案同时规划设计,并应与相应工程同步或优先施工。
- 4.3 安全防护设施产品生产应坚持标准化、模块化、装配化的原则,采用定型产品时应有出厂合格证。
- 4.4 安全防护设施之间应视组合形式合理设置连接件。
- 4.5 安全防护设施安装、使用、维修和拆除前应进行安全技术交底。
- 4.6 安全防护设施安装前应对其设计文件、材料规格和质量、技术指标进行验收;安装后应对其安装质量、外观质量、使用环境的符合性等进行验收。经验收合格后方可投入使用,验收资料应归档。
- 4.7 安全防护设施使用过程中,施工单位应进行定期和日常检查,并应至少每月组织一次专项检查;周转使用的安全防护设施,在循环使用前应进行检查、检验;自然灾害预警后,应及时检查加固设施;遭遇自然灾害或出现其他异常情况可能导致安全防护设施损伤时,应及时进行检查。检查合格后方可使用。
- 4.8 安全防护设施使用过程中,如发现设施缺陷,应及时维修或更换。
- 4.9 安全防护设施不应随意拆除、挪用或弃置不用;因作业需要临时拆除或变动的,应增设临时防护设施,可恢复时应立即恢复。
- 4.10 施工现场临时用电的安全防护应符合 GB 50194、JT/T 1499 的有关规定。
- 4.11 通用安全防护设施的设计验算可依据附录 A 进行。

5 通用安全防护设施

5.1 防护栏杆

- 5.1.1 防护栏杆宜由横杆、立柱、挡脚板、安全立网(定型网片)等组成。
- 5.1.2 防护栏杆上横杆距工作面高度不应小于 1.2 m,横杆间距不应大于 0.6 m,立柱间距不应大于 2 m。
- 上横杆距工作面高度为 1.2 m 时,应分为上、下两道横杆,上下横杆间距应为 0.6 m;
- 上横杆距工作面高度为 1.5 m 时,应分为上、中、下三道横杆,相邻横杆间距应为 0.5 m。
- 5.1.3 当防护栏杆下方有人员及车辆通行或作业时,应挂密目式安全立网封闭,且下部应通长设置挡脚板。挡脚板高度不应小于 180 mm,钢挡脚板厚度不宜小于 2 mm,其底部应与作业面保持平齐,无可能坠物的间隙。当作业面设有满足挡脚功能及强度要求的其他结构边沿时,防护栏杆下部可不设挡脚板。
- 5.1.4 防护栏杆醒目位置应张贴、悬挂安全标志。防护栏杆挡脚板应采用安全色,其他构件宜采用安全色,并符合 GB 2893(所有部分)的有关规定。
- 5.1.5 防护栏杆的安装要求如下:
- 防护栏杆各构件之间可采用扣件连接、焊接、套接、螺栓连接、销轴连接的方式连接固定;
 - 防护栏杆立柱底端应固定牢靠,可采用预埋、打入螺栓连接、焊接的方式固定,并应符合设计制造单位的安装要求;
 - 安装防护栏杆的基础应坚实牢固,且应满足承载力要求;

- d) 防护栏杆安装后,横杆、立柱应能承受任何方向施加的 1 kN 的可变荷载;
- e) 防护栏杆各构件之间连接、立柱固定应符合 GB 50010、GB 50204、GB 50205、GB 50661 和 GB/T 3098.1 的有关规定。

5.1.6 防护栏杆安装后的外观要求如下:

- a) 线形应协调,各构件不应有明显歪斜、扭曲、变形;
- b) 切割部位应锉平磨光,边角整齐;
- c) 防锈漆、安全色应涂层均匀、牢固,无明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.1.7 防护栏杆使用过程中应避免在构件上额外施加长期的外力作用或施加振动荷载,不应悬挂重物。发现锈蚀、腐蚀、松动或损坏的,应及时进行维修、更换。

5.2 防物体打击类防护棚

5.2.1 防物体打击类防护棚宜由立柱及立柱基础或吊杆(吊带)、棚架、棚板等组成。

5.2.2 防物体打击类防护棚的结构尺寸要求如下:

- a) 上部施工高度超过 24 m 时,应设间距不小于 0.7 m 的双层棚板,各层棚板应满铺密实;
- b) 防物体打击类防护棚的长度、宽度应根据下方道路通行能力、人员与车辆通行要求及出入口所处位置、GB/T 3608 规定的可能坠落范围半径等确定;下方有机机动车辆通行的,防物体打击类防护棚的设置应满足公路建筑限界的规定;下方仅供人员及非机动车辆通行的,防物体打击类防护棚的高度不宜小于 3 m,且不应小于 2.5 m;
- c) 棚板顶部的所有敞开边缘宜设置挑檐,挑檐宜采用型钢与纵(横)梁可靠连接,其上沿应超出棚板顶部 0.6 m,并应形成封闭围护。

5.2.3 当采用钢管构件搭设防物体打击类防护棚时,应符合 GB 51210 的规定。

5.2.4 对防物体打击类防护棚的立柱基础应做硬化处理,硬化范围应大于立杆底框外沿 0.5 m,立柱基础应满足承载力要求。用于跨路、跨线施工的防物体打击类防护棚应设置防撞墙式基础,应满足承载力、防撞设计要求。下方有车辆通行的防物体打击类防护棚,下方地面应全部硬化处理。

5.2.5 防物体打击类防护棚的醒目位置应设置安全标志、警示灯、爆闪灯,内轮廓应设轮廓灯。有车辆通行的,内部照明不应低于两端道路的照明标准。

5.2.6 立柱及防撞墙基础等表面、檐板侧面宜用具有夜间反光效果的安全色,并符合 GB 2893(所有部分)的有关规定。

5.2.7 防物体打击类防护棚的安装要求如下:

- a) 各构件之间宜采用焊接或栓接方式连接固定;
- b) 立柱宜采用焊接或栓接方式将底座与基础预埋件连接固定,形成整体承重体系;
- c) 各构件之间的连接和固定以及立柱底端的固定应符合 GB 50010、GB 50204、GB 50205、GB 50661 和 GB/T 3098.1 的有关规定,受力应满足设计文件或方案的要求。

5.2.8 防物体打击类防护棚安装后的外观要求如下:

- a) 各构件安装后不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷;
- b) 地基应坚实平整,排水通畅;
- c) 防锈漆、安全色应涂层均匀、牢固,不应有明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.2.9 防物体打击类防护棚使用过程中,不应随意拆除任何构件,不应在棚顶堆放物料,并应及时清除棚上落物。封闭围护内不应积水。

5.2.10 防物体打击类防护棚拆除现场应设置警戒区,并应由专人监护。拆除应由上而下、逐层进行,不应上下同时作业。

5.3 防晒防雨类防护棚

5.3.1 防晒防雨类防护棚宜由立柱、棚架、棚面组成。

5.3.2 防晒防雨类防护棚的结构尺寸要求如下：

- a) 应能完全遮盖防护区域,棚顶边缘距离被遮盖物外沿不宜小于0.6 m,且满足防雨、防晒、检修等要求；
- b) 棚顶宜设不小于5%的坡度。

5.3.3 立柱基础应坚实牢固,且应满足承载力要求。

5.3.4 防晒防雨类防护棚的棚板和棚架宜采用栓接、铆接、绑扎方式连接固定；各构件之间的连接和固定、立柱底端的固定应符合 GB/T 3098.1、GB 50204 和 GB 50205 的有关规定,受力应满足设计文件或方案的要求。

5.3.5 防晒防雨类防护棚安装后的外观要求应符合 5.2.8 的规定。

5.3.6 防晒防雨类防护棚使用时,不应随意拆除任何构件,不应在棚顶堆放物料。大风天气时应有防风措施,台风多发地区宜在防晒防雨类防护棚四周设置缆风绳地锚。

5.4 固定式钢斜梯

5.4.1 固定式钢斜梯宜由踏板、梯梁、扶手、梯间平台等组成。

5.4.2 固定式钢斜梯与水平面的倾角宜为 $30^\circ \sim 45^\circ$ 。经常性双向通行的最大倾角宜为 38° 。

5.4.3 固定式钢斜梯单节长度不宜大于 5 m；单向通行时净宽度不宜小于 0.6 m,双向通行时净宽度宜为 1 m。

5.4.4 踏板的技术要求如下：

- a) 踏板前后深度不应小于 80 mm,相邻两踏板的前后方向重叠不应小于 10 mm,且不大于 35 mm；
- b) 顶部踏板的上表面应与平台平面高度一致,踏板与平台间应无空隙；
- c) 踏板应采用防滑材料,或有不小于 25 mm 宽的防滑突缘,并留有排水通道；
- d) 踏步高度不宜大于 0.2 m,在同一梯段内,踏步高与踏步宽的组合应保持一致；常用的钢斜梯倾角与对应的踏步高(r)、踏步宽(g)组合见表 1。

表 1 钢斜梯踏步高、踏步宽尺寸常用组合

| 倾角($^\circ$) | 30 | 35 | 38 | 40 | 45 |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 踏步高 r (mm) | 160 | 175 | 180 | 185 | 200 |
| 踏步宽 g (mm) | 280 | 250 | 240 | 230 | 200 |
| 注： $g + 2r = 600$ 。 | | | | | |

5.4.5 梯梁应设置在固定式钢斜梯的踏板两侧,并应由底部踏板的突缘向前突出不小于 50 mm。

5.4.6 固定式钢斜梯两侧应设置扶手,且满足以下要求：

- a) 扶手中心线应与梯梁的倾角线平行,扶手高度宜为 0.9 m；
- b) 支撑扶手的立柱应从第一级踏板开始设置,间距不宜大于 1 m；
- c) 应在扶手与梯梁中间设置 1 道以上平行于扶手的栏杆。

5.4.7 长度大于 5 m 的固定式钢斜梯应分段设梯,并应设梯间平台,且满足以下要求：

- a) 平台的宽度不应小于固定式钢斜梯的宽度,且不小于 0.76 m；平台行进方向的长度不应小于固定式钢斜梯的宽度,且不小于 0.85 m；
- b) 平台之间的垂直距离不应小于 2 m 且不应大于 5 m；
- c) 平台不应悬挂在梯段上；
- d) 平台底板应平整满铺,相邻板之间不应搭接且表面高度差不宜大于 3 mm；
- e) 临边处应设置扶手,并应符合 5.4.6 的规定。

5.4.8 固定式钢斜梯的安装要求如下：

- a) 各构件之间宜采用焊接连接,焊接应符合 GB 50205 的规定;采用其他方式连接时,连接强度应不低于焊接的强度;
- b) 基础应稳固,梯脚应垫平;
- c) 上端与平台梁相连接时,连接处宜采用开长圆孔的螺栓连接;钢斜梯下端应放置在平整且具备足够承载能力的平面上;梯间平台与支撑结构应刚性连接;支撑体系采用悬臂梁式时,其节点应采用螺栓或焊接的刚性连接。

5.4.9 固定式钢斜梯安装后的外观要求如下：

- a) 不应有歪斜、扭曲、变形及其他缺陷;
- b) 表面应光滑,无锐边、尖角、毛刺、裂纹、焊渣或明显锤痕等可能对使用者造成伤害或妨碍其通过的外部缺陷;
- c) 防锈防腐涂装涂层应均匀、牢固,无明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.4.10 长时间不用的固定式钢斜梯应堆放整齐并用防潮布遮盖。

5.4.11 使用固定式钢斜梯时,不应在各构件上堆放物料。

5.5 移动式钢斜梯

5.5.1 移动式钢斜梯宜由主体框架、踏板(踏棍)、平台、扶手等组成。

5.5.2 应对移动式钢斜梯的踏棍、踏板和平台表面进行防滑处理,可增加条纹或采用花纹钢板,也可通过与踏板或踏棍牢固黏合的覆盖物防滑。

5.5.3 移动式钢斜梯的设计应确保在其规定的条件下使用时,踏棍或踏板和平台始终保持水平。

5.5.4 移动式钢斜梯的主体框架应包括支撑腿、攀爬腿及张开限制拉杆。长度不宜大于 5 m,内侧净宽度不应小于 0.6 m,宜为 0.8 m。攀爬腿与水平面的倾角宜在 45°~75°范围内。

5.5.5 移动式钢斜梯的踏板应符合 5.4.4 的规定。常用的移动式钢斜梯倾角与对应的踏步高(r)、踏步宽(g)组合示例见表 2。

表 2 移动式钢斜梯踏步高、踏步宽尺寸常用组合

| 倾角(°) | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 踏步高 r (mm) | 200 | 210 | 225 | 235 | 245 | 255 | 265 |
| 踏步宽 g (mm) | 200 | 180 | 150 | 130 | 110 | 90 | 70 |

注: $g + 2r = 600$ 。

5.5.6 移动式钢斜梯的平台长度和宽度均应在 0.4 m~1 m 之间。平台在水平地面上的投影不应超出移动式钢斜梯与地面的接触区域。平台应牢固固定在主体框架上,除了攀爬的一侧,其他侧面都应安装挡脚板及扶手,挡脚板上沿应高出平台不小于 0.1 m。

5.5.7 移动式钢斜梯的扶手应符合 5.4.6 的规定。

5.5.8 移动式钢斜梯安装滚轮时,滚轮应坚实可靠、使用方便,并带锁止装置。

5.5.9 移动式钢斜梯的稳定装置或配重物应根据稳定性试验的结果设置,并应在稳定装置、配重物的醒目位置张贴使用说明。

5.5.10 移动式钢斜梯的各构件之间宜采用焊接连接,焊接要求应符合 GB 50205 的规定;采用其他方式连接时,连接强度应不低于焊接强度。

5.5.11 移动式钢斜梯的使用场地应坚实平整,梯脚应垫平。

5.5.12 移动式钢斜梯安装后的外观应符合 5.4.9 的规定。

5.5.13 移动式钢斜梯的使用要求如下：

- a) 不应 2 人及以上同时作业；
- b) 攀登作业时,梯顶平台与作业面高差不应大于 0.2 m；
- c) 梯顶平台到上方障碍物的垂直距离不应小于 2 m,单人偶尔使用时可适当减小到上方障碍物的垂直距离,但应做好防撞提示和措施；
- d) 移动前应清除可能坠落物体,移动时梯上不应站人；
- e) 安装滚轮的移动式钢斜梯,制动器除在移动情况外,均应保持制动状态；
- f) 长时间不用的移动式钢斜梯应堆放整齐,并用防潮布遮盖。

5.6 钢直梯

5.6.1 钢直梯宜由踏棍、梯梁、护笼、梯间平台等组成。

5.6.2 钢直梯应与其固定的结构表面平行并尽可能垂直水平面设置,同一梯段高度不宜大于 8 m,梯宽宜为 0.6 m ~ 1.1 m。当受条件限制不能垂直水平面时,两梯梁中心线所在平面与水平面倾角应在 75° ~ 90° 范围内。

5.6.3 钢直梯的踏棍技术要求如下：

- a) 梯间踏棍应相互平行且水平设置,整个攀登高度上所有的踏棍垂直间距应相等,相邻踏棍垂直间距应为 0.225 m ~ 0.3 m,钢直梯下端的第一级踏棍距基准面距离不应大于 0.45 m；
- b) 在同一攀登高度上踏棍的截面形状及尺寸应一致;圆形踏棍直径不应小于 20 mm,其他截面形状的踏棍水平方向深度不应小于 20 mm;踏棍截面直径或外接圆直径不应大于 35 mm；
- c) 室外使用的钢直梯踏棍应有附加的防滑措施。

5.6.4 钢直梯的梯梁应便于抓握,宜采用规则形状截面,不应在中间支撑处出现接头(除非所用型号材料有要求,且接头需保证梯梁结构的连续性)。同一攀登高度上梯梁应保持相同形状,长细比不宜大于 200。

5.6.5 钢直梯的护笼技术要求如下：

- a) 钢直梯高度大于 2 m 时应设置护笼；
- b) 护笼宜采用圆形结构,应包括一组水平笼箍和至少 5 根纵向连接立杆。水平笼箍的垂直间距宜为 0.5 m,直径宜为 0.75 m;立杆间距不应大于 0.3 m,均匀分布；
- c) 护笼底部宜呈喇叭形,其底部水平笼箍和上一级笼箍间在圆周上的距离不小于 0.1 m；
- d) 装在结构内部的钢直梯,如果结构件的布置确保不能穿过直径为 0.6 m 的球体,则可不设置护笼；
- e) 如钢直梯在平台处不中断,则护笼也不应中断,但应在护笼侧面开一宽 0.5 m、高 1.4 m 的洞口,以便人员出入。

5.6.6 钢直梯的梯间平台技术要求如下：

- a) 钢直梯的高度大于 8 m 时应设梯间平台,并分段设梯;高度大于 15 m 时应每 5 m 设一梯间平台；
- b) 平台宽度、长度均不应小于 0.7 m；
- c) 平台底板应平整满铺,相邻板之间不应搭接且表面高度差不宜大于 3 mm；
- d) 平台临边处应设防护栏杆,且应符合 5.1 的规定。

5.6.7 钢直梯的安装应符合下列要求：

- a) 各构件采用焊接连接,焊接要求符合 GB 50205 的规定;采用其他方式连接时,连接强度不低于焊接强度；
- b) 无基础的钢直梯支撑不少于两对,用以将梯梁焊接固定在结构、建筑物或设备上;相邻两对支撑的竖向间距,应根据梯梁截面尺寸、钢直梯内侧净宽度及其在钢结构或混凝土结构的拉拔荷载特性确定;固定直梯的支撑采用规格不小于 L 70 mm × 6 mm 的角钢；

- c) 安装在固定结构上的钢直梯,下部固定,其上部的支撑与固定结构牢固连接,在梯梁上开设长圆孔,采用螺栓连接;
- d) 当温差较大时,固定在设备上的钢直梯相邻支撑中一对支撑完全固定,另一对支撑在梯梁上开设长圆孔,采用螺栓连接;
- e) 梯间平台与支撑结构刚性连接;支撑体系采用悬臂梁式时,其节点采用螺栓或焊接的刚性连接。

5.6.8 钢直梯安装后的外观应符合 5.4.9 的规定。

5.6.9 钢直梯的使用要求如下:

- a) 同一段钢直梯上不应有 2 人及以上同时作业;
- b) 在通道处使用钢直梯作业时,应由专人监护或设置围栏;
- c) 脚手架操作层上不应架设钢直梯作业;
- d) 长时间不用的钢直梯应堆放整齐,并用防潮布遮盖。

5.7 人行塔梯

5.7.1 人行塔梯宜由外框架、斜撑、固定式钢斜梯、安全网、梯间平台、防物体打击类防护棚等组成。

5.7.2 人行塔梯的外框架可采用钢管或型钢制作,每层高度不应小于 1.9 m。

5.7.3 人行塔梯的高度在 24 m 以下时,斜撑杆或交叉拉杆的覆盖面积可按外立面的 1/8 ~ 1/6 布设;在 24 m 以上时,斜撑杆或交叉拉杆的覆盖面积可按外立面的 1/4 ~ 1/3 布设。相邻竖向斜撑杆应朝向对称,呈八字形设置。

5.7.4 人行塔梯中的固定式钢斜梯应符合 5.4 的规定,有钢丝网或钢板网防护的一侧可不设置扶手。

5.7.5 人行塔梯的四周应采用钢丝网或钢板网封闭;下方有人员及车辆通行或作业的,应用密目式钢丝安全立网封闭。

5.7.6 人行塔梯的梯间平台技术要求如下:

- a) 平台的宽度应与人行塔梯同宽,行进方向长度不应小于斜梯的宽度;
- b) 平台不应悬挂在梯段上;
- c) 顶部和各节平台应设置防护栏杆,并应符合 5.1 的规定;
- d) 平台底板应平整满铺,相邻板之间不应搭接且表面高度差不宜大于 3 mm。

5.7.7 人行塔梯的基础应根据产品说明书要求设置,宜采用厚度不小于 0.3 m 的混凝土浇筑,硬化范围不应小于人行塔梯底框外沿 0.5 m,也可采用其他经过设计、检测的结构形式。

5.7.8 人行塔梯的出入口应根据高处作业高度与可能坠落半径搭设防物体打击类防护棚,入口应设门,且应符合 5.2 的规定。

5.7.9 人行塔梯的安装要求如下:

- a) 各构件之间可采用扣件、焊接、定型套管、螺栓、销轴方式进行连接固定;人行塔梯连接螺栓应紧固,并应采取防退扣措施;
- b) 根据设施具体情况,可通过螺栓或销轴固定方式分节安装上、下层平台框;
- c) 用电线路不宜装设在人行塔梯上;必须装设时,线路与塔体间应绝缘;
- d) 高度大于 5 m 时,每上升 4 m ~ 6 m 应设置连墙件;若距墩柱等结构物较远,应增设缆风绳或抛撑,并通过设计验算;
- e) 基础应稳固,安装前四脚应垫平,底部与基础之间应采用预埋地脚螺栓固定连接;
- f) 各构件之间的连接和固定,构件与地面之间的固定等应符合 GB 50010、GB 50204、GB 50205、GB 50661 和 GB/T 3098.1 的有关规定,且受力满足设计文件或方案的要求。

5.7.10 人行塔梯的连墙件技术要求如下:

- a) 应采用能承受压力和拉力的刚性杆件,采用拉撑结合方式、预埋钢管方式、后锚固方式或箍柱

方式等与结构物连接;连墙件的材料、尺寸、固结方式等应满足设计要求;

- b) 宜为三角形或八字形结构;
- c) 应与建筑结构和人行塔梯连接牢固,不宜与支撑性支架连接;
- d) 应靠近人行塔梯的横杆设置,连接点至横杆、立杆节点距离不应大于0.3 m,并固定在人行塔梯的立杆上;
- e) 宜水平设置,当不能水平设置时,与人行塔梯连接的一端,应低于与建筑结构连接的一端,连墙杆的坡度宜小于1:3;
- f) 安装应随人行塔梯搭设同步进行,不应滞后安装;当人行塔梯操作层高出相邻连墙件2个步距及以上时,在上层连墙件安装完毕前,应采取临时拉结措施;
- g) 当无法设置连墙件时,应制订其他可靠的固定措施,并进行专项设计。

5.7.11 人行塔梯安装后的外观要求如下:

- a) 各构件不应歪斜、扭曲、变形;
- b) 平台底板应满铺、平整,无明显错台,并可靠固定;
- c) 表面应光洁,无毛刺、裂纹、焊渣或明显锤痕等外观缺陷;
- d) 切割部位应锉平磨光,边角整齐;
- e) 地基应坚实平整,基础四周应有防排水设施;
- f) 防锈漆、安全色涂层应均匀、牢固,无明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.7.12 人行塔梯的使用要求如下:

- a) 出入口宜设置警示、隔离类设施进行围蔽,不使用时应关门上锁,无关人员不应入内;
- b) 醒目位置应张贴安全作业规程、设施验收牌及限定允许上下人数标志牌;夜间施工时,上下道口应设置警示灯;
- c) 不应用于物料运输和承重,或用作其他设施设备的架体;
- d) 长时间不用的人行塔梯应堆放整齐,并用防潮布遮盖;
- e) 基础下不应进行挖掘作业;当因施工需要在基础附近进行挖掘作业时,应对架体采取加固措施。

5.7.13 人行塔梯使用过程中应由专人进行日常维护,并且每日施工前应对其进行检查。检查内容如下:

- a) 主要受力杆件、剪刀撑等加固杆件、连墙件应无缺失、松动,架体无明显变形;
- b) 场地应无积水、地基无明显变形,立杆底端应无松动、悬空;
- c) 安全防护设施应齐全、有效,无损坏缺失;
- d) 使用过程中若出现6级及以上强风、洪水或大雨浸泡、冻结的地基土解冻、停用超过1个月、架体部分拆除等特殊情况下,应按照基础、连墙件、人行塔梯下部、人行塔梯上部的顺序进行检查,发现不稳定现象时不应登高检查,确认安全后方可继续使用。

5.7.14 人行塔梯的拆除要求如下:

- a) 拆除作业时,应设置警戒区、安全标志,并应由专人监护,非作业人员不应入内;
- b) 拆除程序应遵守由上而下,先装后拆、后装先拆的原则,不应上下同时作业;
- c) 同层杆件和构配件应按先外后内的顺序拆除;
- d) 剪刀撑、斜撑杆等加固杆件应在拆卸至该杆件所在部位时再拆除;
- e) 连墙件应随架体逐层拆除,不应先将连墙件整层或数层拆除后再拆架体;拆除作业过程中,当架体的自由端高度超过2个步距时,应采取临时拉结措施;
- f) 拆下的构件应吊运至地面,防止碰撞,不应抛掷;
- g) 定型产品的人行塔梯应按照使用说明书进行拆除。

5.8 高处作业水平安全通道

5.8.1 高处作业水平安全通道宜由底部支撑、通道底板和防护栏杆等组成。

- 5.8.2 高处作业水平安全通道的行走宽度不应小于0.8 m,与水平面的坡度不应大于1:3。
- 5.8.3 高处作业水平安全通道的底部支撑宜采用纵梁加横撑组合结构,与相邻构筑物固定牢靠;当搭接到构筑物上时,搭接长度不应小于0.5 m,并应采取防推移措施。
- 5.8.4 高处作业水平安全通道的底板应平整满铺,相邻板之间不应搭接,且表面高度差不宜大于3 mm;表面如有坡度应加设间距不大于0.4 m的防滑条或采取其他防滑措施。
- 5.8.5 高处作业水平安全通道应设置防护栏杆,并应符合5.1的规定。
- 5.8.6 高处作业水平安全通道的安装应符合下列要求:
- 各构件之间按照设计要求进行连接固定,并符合GB 50205、GB 50661和GB/T 3098.1的规定;
 - 构件与相邻构筑物之间的固定符合GB 50205、GB 50661和GB/T 3098.1的规定。
- 5.8.7 高处作业水平安全通道安装后的外观要求如下:
- 钢梁应平直,各构件不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷;
 - 通道底板应满铺、平整,无明显错台。
- 5.8.8 高处作业水平安全通道的使用要求如下:
- 应在明显位置标明允许负载值及限定允许的作业人数,不应超重;
 - 使用中不应随意拆除任何构件;
 - 每日施工前、移动后应检查稳固情况,并由专人进行日常维护。

5.9 悬挑式作业平台

- 5.9.1 悬挑式作业平台宜由支撑体系、平台底板、防护栏杆等组成。
- 5.9.2 悬挑式作业平台的悬挑长度不宜大于5 m,到上方障碍物的垂直距离不应小于1.7 m。悬挑式作业平台上作业场地的大小应充分考虑施工人员的作业安全。
- 5.9.3 悬挑式作业平台的支撑体系技术要求如下:
- 采用斜拉方式时,悬挑式作业平台两侧的连接吊环与前后两道斜拉钢丝绳连接,每一道钢丝绳能承载该侧所有荷载;当采用仅靠拉力的固定件时,其工作荷载系数不小于1.5,并考虑腐蚀和疲劳应力对固定件寿命的影响;
 - 采用支承方式时,在悬挑式作业平台下方设置不少于两道钢梁及斜撑,斜撑的一端支承于钢梁下,另一端支承于结构物主体上;
 - 采用悬臂梁式且主梁采用与结构物的预埋件焊接时,预埋件、焊缝均经设计计算,结构物同时满足强度要求。
- 5.9.4 悬挑式作业平台的平台底板应平整满铺,相邻板之间不应搭接,且表面高度差不宜大于3 mm;平台底板表面如有坡度,应加设防滑条或采取其他防滑措施;平台底板的外侧应略高于内侧。
- 5.9.5 悬挑式作业平台的所有敞开边缘应设置防护栏杆,防护栏杆应符合5.1的规定。
- 5.9.6 悬挑式作业平台的安装要求如下:
- 各构件之间可视需要采用扣件、焊接、定型套管、螺栓、销轴方式连接固定,应保证设计的结构强度;连接螺栓应紧固,并应采取防退扣措施;
 - 支撑体系采用悬臂梁式时,其节点应采用螺栓或焊接的刚性连接;
 - 支撑体系采用斜拉式时,悬挑式作业平台固定端应与结构物刚性连接,不应仅靠自重安装固定;
 - 悬挑式作业平台的搁置点、拉结点、支撑点应设置在稳定的结构上,且应可靠连接;
 - 各构件之间、平台与结构物之间的连接固定应符合GB 50205、GB 50661和GB/T 3098.1的规定,受力满足设计文件或方案的要求。
- 5.9.7 悬挑式作业平台安装后的外观要求如下:

- a) 钢梁应平直,各构件不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷;
- b) 平台底板应满铺、平整,无明显错台,并可靠固定。

5.9.8 悬挑式作业平台的使用要求如下:

- a) 应在悬挑式作业平台内侧标明允许负载值及限定允许的作业人数,不应超重;设备、材料在平台底板上应对称均匀放置,不应超荷载或偏压堆放物料;
- b) 吊运、安装、移动悬挑式作业平台前应清除其上的物料;吊运、安装、移动时应设置警戒区,人员不应上下;
- c) 悬挑式作业平台上应配备消防器材;
- d) 使用中不应随意拆除任何构件;
- e) 移动前、安装后、每班工作前均应检查稳固情况,并由专人进行日常维护。

5.9.9 悬挑式作业平台的拆除要求如下:

- a) 高空拆除作业时,应设置警戒区、安全标志,并应由专人监护,非作业人员不应入内;
- b) 安装在模板上的悬挑式作业平台应在模板整体拆卸吊装至地面后进行拆除;
- c) 拆除时作业人员不应站在待拆除的悬挑式作业平台上,宜采用登高作业车;
- d) 悬空作业时,安全带不应系挂在临时结构上。

5.10 落地式作业平台

5.10.1 落地式作业平台宜由支撑体系、固定式钢斜梯、平台底板、防护栏杆、安全网等组成。

5.10.2 落地式作业平台的高度不宜大于 15 m,高宽比不应大于 3:1。作业层高度不应小于 1.7 m,且不宜大于 2.0 m。落地式作业平台上作业场地的大小应充分考虑施工人员的作业安全。

5.10.3 采用钢管搭设落地式作业平台时,其立杆间距和步距、剪刀撑、扫地杆等构造要求应符合 GB 51210 的规定;采用型钢搭设时,构造要求应符合 GB 50017 的规定。

5.10.4 落地式作业平台中的固定式钢斜梯应符合 5.4 的规定。有钢丝网或钢板网防护的一侧可不设置扶手。

5.10.5 落地式作业平台的平台底板应符合 5.9.4 的规定。

5.10.6 每层作业平台所有敞开边缘均应设置高 1.2 m,带挡脚板、安全网的防护栏杆,且应符合 5.1 的规定。

5.10.7 落地式作业平台下方有人员及车辆通行或作业的,其四周应用密目式安全立网封闭。

5.10.8 落地式作业平台的基础宜采用混凝土浇筑,硬化范围应大于支撑立杆外沿 0.5 m。

5.10.9 落地式作业平台的安装要求如下:

- a) 各构件之间可采用扣件、焊接、定型套管、螺栓、销轴方式进行连接固定;
- b) 落地式作业平台应与永久结构物进行刚性连接或设置连墙件等防倾覆措施,不应与其他临时结构物连接;连墙件设置应符合 5.7.10 的规定;无法设置连墙件的,应设置缆风绳;
- c) 宜一次搭设成型;
- d) 落地式作业平台应稳固,平台底板与支撑体系应连接牢固,悬臂板应采取有效的加固措施;
- e) 各构件之间的连接和固定,构件与基础之间的连接固定应符合 GB 50010、GB 50204、GB 50205、GB 50661 和 GB/T 3098.1 的规定,受力满足设计文件或方案的要求。

5.10.10 落地式作业平台安装后的外观要求如下:

- a) 钢梁应平直,各构件不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷;
- b) 平台底板应满铺、平整,无明显错台,并可靠固定;
- c) 地基应坚实平整,基础四周应有防排水设施。

5.10.11 落地式作业平台的使用要求如下:

- a) 应在落地式作业平台的内侧设置标明允许负载值的限载牌,并限定允许作业人数,不应超重;

设备、材料在平台底板上应对称均匀放置,不应超荷载或偏压堆放物料;

- b) 出入口宜设置警示、隔离类设施进行围蔽,无关人员、车辆不应入内;
- c) 醒目位置应张贴悬挂安全操作规程,夜间施工上下道口时应设置警示灯;
- d) 落地式作业平台不应用作其他设施的架体;
- e) 使用中不应随意拆除任何构件;
- f) 不应在基础下方进行挖掘作业;当因施工需要在基础附近进行挖掘作业时,应对架体采取加固措施;
- g) 应配备消防器材。

5.10.12 落地式作业平台使用过程中应加强检查,且满足以下要求:

- a) 主要受力杆件、剪刀撑等加固杆件、连墙件无缺失、无松动,架体无明显变形;
- b) 场地无积水、地基无明显变形,立杆底端无松动、悬空;
- c) 安全防护设施齐全、有效,无损坏缺失;
- d) 6级及以上强风、洪水或大雨浸泡、冻结的地基土解冻、停用超过1个月、架体部分拆除等特殊情况时,检查后方可使用。

5.10.13 落地式作业平台的拆除应符合5.7.14的规定。

5.11 移动式作业平台

5.11.1 移动式作业平台宜由支撑体系、平台底板、防护栏杆、钢直梯等组成。

5.11.2 移动式作业平台的面积不宜大于 10 m^2 ,高度不宜大于 5 m ,高宽比不应大于 $2:1$ 。

5.11.3 移动式作业平台的支撑体系宜采用桁架或刚架结构;部分为悬挑式平台时,支撑体系应符合5.9.3的规定。

5.11.4 移动式作业平台的平台底板四周的防护栏杆应符合5.1的规定,平台底板应符合5.9.4的规定,钢直梯应符合5.6的规定。

5.11.5 移动式作业平台的支撑体系安装滚轮时,支撑体系的立柱底端高出地面不宜超过 80 mm ,行走轮和导向轮应配有制动器或刹车闸等制动措施。

5.11.6 移动式作业平台的稳定装置或配重物应根据稳定性实验的结果设置,并应在稳定装置、配重物的醒目位置张贴使用说明。

5.11.7 移动式作业平台的安装要求如下:

- a) 各构件之间可采用扣件、焊接、定型套管、螺栓、销轴方式进行连接固定;滚轮与支撑体系宜通过螺栓连接;
- b) 各构件之间的连接和固定应符合GB 50205、GB 50661和GB/T 3098.1的规定,受力满足设计文件或方案的要求。

5.11.8 移动式作业平台安装后的外观要求如下:

- a) 钢梁应平直,各构件不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷;
- b) 平台底板应满铺、平整,无明显错台,并可靠固定。

5.11.9 移动式作业平台的使用要求如下:

- a) 移动式作业平台内侧应设置标明允许负载值的限载牌,并限定允许作业人数,不应超重;设备、材料在平台底板上应对称均匀放置,不应超荷载或偏压堆放物料;
- b) 移动式作业平台到上方障碍物的垂直距离不应小于 1.7 m ;
- c) 移动前应清除其上的物料,移动时其上不应站人;
- d) 制动器除在移动情况外,均应保持制动状态,制动力不足时可采取木楔等辅助措施;
- e) 不应随意拆除任何构件;
- f) 使用场地应坚实平整,且应满足承载力要求;

g) 每次移动、登高前均应检查支腿及制动器等固定情况,应由专人进行日常维护。

5.12 缆风绳

5.12.1 缆风绳宜由钢丝绳、地锚、吊环、紧索装置等组成。

5.12.2 缆风绳应对称布置,各向缆风绳布置和预拉力应使被拉结构或设备所受水平分力双向平衡。缆风绳与水平面夹角宜在 $45^\circ \sim 60^\circ$ 之间。

5.12.3 缆风绳的钢丝绳技术要求如下:

- a) 钢丝绳直径应通过计算确定,高大机械的缆风绳直径不应小于 9.3 mm;
- b) 钢丝绳末端应使用绳夹连接固定,绳夹连接时应符合表 3 的要求,每个绳夹的间距为 6~7 倍钢丝绳直径,最后一个绳夹距绳端的长度不应小于 0.14 m;绳夹夹座应在钢丝绳承载时受力的一侧,U形螺栓应在钢丝绳的尾端,不应正反交错;绳夹宜拧紧到使两绳直径高度降低 $1/3$;
- c) 钢丝绳底部宜设置套管。

表 3 钢丝绳夹连接安全要求

| 钢丝绳公称直径 d (mm) | (0,18] | (18,26] | (26,36] | (36,44] | (44,60] |
|------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 钢丝绳夹最少数量(组) | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

5.12.4 缆风绳的地锚可采用全埋式或半埋式。

5.12.5 缆风绳的吊环宜呈“几”字形预埋入地锚并应焊接或绑扎在地锚钢筋骨架上,预埋深度不宜小于 $30d$ 。应采用吊环,不应直接将钢丝绳埋入混凝土地锚内部。

注: d 为吊环钢筋或圆钢的直径。

5.12.6 缆风绳应设置紧索装置,可采用花篮螺栓或手拉葫芦。

5.12.7 缆风绳的套管和地锚外露部分应采用安全色,并符合 GB 2893(所有部分)的规定。过路缆风绳应设置限高标志和安全标志。

5.12.8 缆风绳的安装要求如下:

- a) 钢丝绳与吊环之间宜采用花篮螺栓连接,花篮螺栓承载能力应与钢丝绳承载能力相匹配;
- b) 缆风绳各构件之间的连接和固定,地锚固定应符合 GB 50010、GB 50204、GB 50205、GB 50661 和 GB/T 3098.1 的规定,受力满足设计文件或方案的要求;
- c) 缆风绳预拉力宜对称分级施加,施加预拉力时应应对被拉结构或设备位移进行监控。

5.12.9 缆风绳安装后的外观要求如下:

- a) 钢丝绳的磨损、断丝不应超标;
- b) 钢丝绳与预埋吊环应牢固连接,地锚混凝土不应有蜂窝、麻面等病害;
- c) 防锈漆、安全色涂层应均匀、牢固,无明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.12.10 缆风绳的使用要求如下:

- a) 缆风绳不应随意拆除,暂时解除连接时应增设临时防护设施;当预报有内陆 8 级或海上 12 级及以上大风时,应提前检查缆风绳设施;
- b) 绳夹在受载一、二次后应做检查,并视情况进一步拧紧;紧固绳夹时应考虑每个绳夹的合理受力,离套环最远处的绳夹不应首先单独紧固;离套环最近处的绳夹(第一个绳夹)应紧靠套环且正确拧紧,不应损坏钢丝绳的外层钢丝;
- c) 缆风绳使用时不应侵入运营公路的建筑限界,不应影响施工车辆行驶安全;
- d) 缆风绳的维护和报废应符合 GB/T 5972 的规定。

6 通用作业

6.1 高处作业

6.1.1 高处作业下方应设置警戒区,警戒区范围不应小于 GB/T 3608 规定的可能坠落范围半径。

6.1.2 作业面距基准面 2 m 以上时,应设置作业平台及上下安全通道;不便设置上下安全通道,但地基条件符合登高作业车的使用要求时,宜采用登高作业车。

6.1.3 安全通道应符合 5.4~5.8 的规定,且满足以下要求:

- a) 高度在 5 m 以下的作业平台或作业平台之间人员上下的安全通道宜采用钢直梯或钢斜梯;高度在 5 m~40 m 的可采用人行塔梯或施工电梯;高度在 40 m 以上的宜采用施工电梯;
- b) 水平作业平台之间应使用高处作业水平安全通道连接。

6.1.4 安全通道采用施工电梯时,满足以下要求:

- a) 施工电梯的平面位置宜根据环境条件和桥墩/塔的结构特点确定,其布置除应方便施工操作外,亦不应影响到其他作业的安全;
- b) 施工电梯的选型、安装、使用、拆卸应符合 GB/T 34023 的规定;
- c) 施工电梯轿厢和作业平台的通道底板水平距离不应大于 35 mm;
- d) 轿厢和对重升降通道周围应设置地面防护围栏,高度不应低于 1.8 m;
- e) 施工电梯应有可靠的附墙安全措施;
- f) 混凝土泵管不应附着在施工电梯或其附墙件上;
- g) 应每 15 日对施工电梯进行一次清洁、润滑、调整和检查,确保设备性能良好;每班前、作业环境有较大变化时应进行检查。

6.1.5 高处作业场所临边应设置防护栏杆,高度在 40 m 以下作业应设置高 1.2 m 的防护栏杆,高度在 40 m 以上作业宜设置高 1.5 m 的防护栏杆,防护栏杆应符合 5.1 的规定。

6.1.6 洞口作业应采取防坠落措施,且应满足以下要求:

- a) 当竖向洞口短边边长小于 0.5 m 时,采取封堵措施;短边边长大于或等于 0.5 m 时,在临空一侧设置高度不小于 1.2 m 的防护栏杆,并采用密目式安全立网封闭,设置挡脚板;
- b) 当非竖向洞口短边边长为 25 mm~500 mm 时,采用承载力满足使用要求的防护盖板覆盖,盖板四周搁置均衡,且采取防止盖板移位的措施;
- c) 当非竖向洞口短边边长为 0.5 m~1.5 m 时,在四周设置临边防护栏杆,并设置防护盖板;
- d) 当非竖向洞口短边边长大于或等于 1.5 m 时,在洞口作业侧设置高度不小于 1.2 m 的防护栏杆,洞口采用安全平网封闭。

6.1.7 缺少或不易设置安全带吊点的高处作业宜设置水平生命线装置,且满足以下要求:

- a) 水平生命线装置应采用厂家定型产品,并应符合 GB 38454 的规定;
- b) 水平生命线装置应能承受 6 kN/人的冲击作用力;
- c) 导轨宜采用钢丝绳;
- d) 钢丝绳绳夹在受载一、二次后应做检查,并视情况进一步拧紧。

注:“水平生命线装置”即“母索系统”。

6.1.8 脚手架的技术要求如下:

- a) 不应使用竹、木脚手架;
- b) 脚手架应搭设牢固,不宜与模板及其支撑体系联结;
- c) 脚手板应满铺、固定,离结构物立面的距离不应大于 0.15 m,否则空隙应设安全平网;
- d) 有坡度的脚手板应采取防滑木条等措施;作业层脚手板下方应用安全平网兜底,脚手板下方每隔 10 m 应采用安全平网封闭;

- e) 脚手架高宽比大于 2 或高度大于 8 m 时应采取设置连墙件、缆风绳等措施；
- f) 脚手架拆除应自上而下、按顺序分段拆除码放，不应上下双层同时作业、硬砸或用机械大面积拉倒。

6.1.9 人行梯梯和作业平台、高处作业水平安全通道与作业平台交界的通道底板应满铺、平整，无明显错台。水平距离为 25 mm ~ 500 mm 时，应采用承载能力满足使用要求的防护盖板覆盖，盖板四周搁置应均衡，且应防止盖板移位；超过 0.5 m 时，应设置高处作业水平安全通道。

6.1.10 不同施工安全防护设施的防护栏杆之间，应采用扣件连接、焊接、套接、螺栓连接或销轴连接方式连接固定。防护栏杆下方无人员及车辆通行或作业的，无侧向防护的最大空隙不应超过 0.15 m。

6.2 支架及模板工程

6.2.1 支架高宽比大于 2 时，应设置必要的连墙件、抛撑或缆风绳等横向稳定措施。

6.2.2 落地式模板（不含基础）尚未浇筑混凝土时，宜采用缆风绳作为抗风措施。当单节模板较高时，在拉缆风绳之前，应采取临时拉结措施。

6.2.3 支架及高度超过 15 m 的钢模板应安设避雷设施，避雷设施的冲击接地电阻不应大于 30 Ω ；在其他建筑物或设施的防雷保护范围之内时，可不再设置。

6.2.4 跨通行道路、通航水域的支架应根据道路、水域通行情况设置防护设施、安全标志和夜间警示灯带。

6.2.5 基准面以上 2 m 安装、拆除模板应搭设脚手架或作业平台，并应符合 6.1 的规定。

6.2.6 支架、模板的安装、拆除要求如下：

- a) 应设置警戒区，并应由专人监护，非作业人员不应进入，警戒区不应小于支架或模板倾覆半径的 1.5 倍范围；当有其他可靠防倾覆措施时，警戒区范围应依据 GB/T 3608 规定的可能坠落范围半径而确定；
- b) 模板及其支架在安装、拆除过程中，应设置有效防倾覆的临时固定设施；在大风地区或大风季节安装时，模板应有抗风的临时加固措施；
- c) 支架搭设时，应在作业面下方 3 m 内设置安全平网，以下每隔 6 m ~ 10 m 再加设安全平网；
- d) 模板安装时脚手架或作业平台上临时堆放的模板不宜超过 2 层，且不得超过设计荷载；连接件应放在箱盒或工具袋中，不应散放在脚手板上；
- e) 拆卸前应将支架、模板上的杂物、附属设施等清理干净；
- f) 拆除人员不应站在待拆及相邻的杆件、模板上；
- g) 支架分段拆除时，应确定分界处的技术处理方案，并应保证分段后架体的稳定；
- h) 大型模板拆除时应在两端设置溜绳。

6.2.7 模板堆放高度不宜超过 2 m，并应采取防止滑动的措施。

6.3 钢筋工程

6.3.1 作业时不应攀爬钢筋骨架；作业面距基准面 2 m 以上时应搭设脚手架或作业平台，且不应与钢筋骨架相连，作业平台上钢筋临时存放不应超过平台的设计荷载。高处作业应符合 6.1 的规定。

6.3.2 盘圆钢筋、钢筋笼应支垫牢固，叠放不应超过 2 层。

6.3.3 钢筋加工机械安全防护装置应齐全可靠，防护罩或防护板应牢固、完整。机械设备应安装在室内或防雨棚内，并设可靠的接地保护。

6.3.4 绑扎、连接、安装高度超过 2 m 的竖向钢筋、易失稳构件或悬挑结构的钢筋时，应设临时支撑。安装完毕的钢筋骨架高度超过 6 m 时，应设置缆风绳等防倾覆措施。

6.4 混凝土工程

6.4.1 作业面距基准面 2 m 以上的混凝土工程应设置人员上下的安全通道及作业平台，并应符合 6.1

的规定。

6.4.2 搅拌运输车运输混凝土时,满足以下要求:

- a) 施工现场车辆出入口处应设置交通安全指挥人员,施工现场道路应顺畅,有条件时宜设置循环车道,危险区域应设置安全标志;
- b) 夜间施工及隧道施工,应有良好的照明;
- c) 混凝土搅拌运输车在场站内行驶速度不应超过 20 km/h,施工现场行驶速度不应超过 5 km/h,运输途中最高车速不应超过 50 km/h;
- d) 进入混凝土搅拌运输车搅拌筒维修、清理混凝土前,应将发动机熄火,操作杆置于空挡,将发动机钥匙取出,并应由专人监护,悬挂安全标志。

6.4.3 泵送混凝土施工的技术要求如下:

- a) 混凝土泵送施工现场,应配备通信联络设备,并应设专门的指挥和组织施工的调度人员;
- b) 当多台混凝土泵同时泵送或与其他输送方法组合输送混凝土时,应分工明确、互相配合、统一指挥;
- c) 手动布料设备不应支撑在脚手架上,也不应直接支撑在钢筋上,宜设置钢支撑将其架空;
- d) 混凝土输送泵的支腿应伸出调平并插好安全销,管道布设应平顺牢靠,接头和卡箍应密封、紧固。

6.4.4 浇筑混凝土施工的技术要求如下:

- a) 混凝土浇筑过程中应检查模板、支架、钢筋骨架的稳定、变形情况,发现异常,应立即停止作业,并查明原因,及时处理;
- b) 在有人通过的高压管段、距混凝土泵出口较近的弯管,宜设置安全防护设施;
- c) 布料设备应与高压线或影响作业的障碍物保持安全距离;布料设备作业范围内不应有其他起重机械同时作业;
- d) 应将出料软管用绳索捆绑并利用绳索局部调整浇筑位置,不应直接用手控制软管。

6.4.5 振捣器作业时,应使用移动式配电箱,电缆线长度不应超过 30 m,其外壳应做重复接地,并应安装动作电流不大于 15 mA、动作时间小于 0.1 s 的漏电保护器。不应用电缆线、软管拖拉或吊挂振捣器。

6.4.6 混凝土养护的技术要求如下:

- a) 覆盖养护时,预留孔洞周围应设置防护栏杆或防护盖板,并应设置安全标志,不应随意挪动;
- b) 洒水养护时,应避免配电箱和周围电气设备;
- c) 蒸汽、电热养护时,应设围栏和安全标志,并应配置足够、适用的消防器材,非作业人员不应进入养护区域。

6.5 基坑工程

6.5.1 基坑支护应采取防碰撞措施,支护拆除时应设置临时固定措施。

6.5.2 基坑开挖影响邻近建(构)筑物或临时设施时,应采取安全防护措施。

6.5.3 基坑周边 1 m 范围内不应堆载或停放设备,距基坑边缘 1 m~3 m 间堆土高度不应超过 1.5 m,距基坑边缘 3 m~5 m 间堆土高度不应超过 2.5 m。

6.5.4 顶面有动载的基坑,其边沿与动载之间应留有不小于 1 m 宽的护道,动荷载较大时宜适当加宽护道;水文和地质条件较差时,应采取加固措施。基坑边缘地段上作业的机械应采取防止机械倾覆、基坑坍塌的安全措施。

6.5.5 采取挖土机械开挖基坑时,坑内不应有人作业。有人在坑内作业时,挖土机械应保持安全距离;安全距离不足时应暂停工作。

6.5.6 深度超过 2 m 的基坑,应在边沿不小于 0.5 m 处设置防护栏杆。深基坑四周距基坑边缘不小于 1 m 处应设立防护栏杆,挂密目式安全立网,靠近道路侧应设置安全标志和夜间警示灯带。

6.5.7 基坑施工安全通道的技术要求如下：

- a) 应设置上下坡道、钢直梯、钢斜梯或人行塔梯作为人员上下的安全通道；
- b) 设置的安全通道不应影响基坑支护系统安全，不应固定在基坑支护系统上；
- c) 全部放坡开挖的基坑，机械设备上下基坑时宜设置车用安全通道；
- d) 深基坑内安全通道数量不应少于 2 个，宜在角隅处分开设置。

6.6 电焊与气割

6.6.1 气瓶应设置专用存放棚或仓库，库房应防晒、通风良好，氧气、乙炔、丙烷应分库存放。防火间距与灭火器材应符合 GB 50720 的规定。

6.6.2 作业时氧气瓶与乙炔瓶应分开放置，其安全距离不应小于 5 m，与明火作业点的安全距离不应小于 10 m，无法达到的应设置耐火屏障。作业现场应按规定配备消防器材。

6.6.3 气瓶应稳固竖立或装在专用车（架）或固定装置上；气瓶移动时宜采用具有防晒功能的气瓶专用推车。气瓶的搬运、装卸、储存和使用还应符合 GB/T 34525 的要求。装卸氧气瓶时，工作服、手套和装卸工具、机具上不应有油脂。

6.6.4 电焊机应有防护外壳，一、二次接线柱处应有保护罩。不宜采用交流电焊机，使用时应安装一次侧漏电保护器和二次侧空载降压触电保护器。

6.6.5 露天使用电焊机应设防雨棚及防潮垫。雨、雪天不应进行露天电焊作业。在潮湿处施焊时，作业人员应在干燥绝缘物体上作业。

6.6.6 在金属结构及金属容器内及其他狭小工作场所焊接时，应采取专门的防触电措施，并由专人监护。

6.6.7 暂停作业或移动电焊机时，应切断电源，不应拖拽电缆。

6.6.8 高处焊接作业的技术要求如下：

- a) 宜使用作业平台、人行塔梯或登高作业车，不应悬空作业，且应符合 6.1 的规定；
- b) 作业前应对焊接点附近及下方的易燃物品进行清理；
- c) 作业区下方应设置不小于 10 m 的警戒区，按要求配备消防器材，并由专人巡视；
- d) 焊接点的下方应设置隔热防火垫。

6.7 起重作业

6.7.1 吊装作业应设置警戒区，警戒区不应小于起吊物坠落影响范围，大风地区或大风季节应扩大警戒区范围。作业人员不应在已吊起的构件下或起重臂旋转范围内作业或通行。

6.7.2 5 级及以上大风时，应停止高空吊装作业。高空吊装梁、板等大型构件时应在构件两端设置溜绳。钢筋、杆件等小型构件吊装不应使用土工袋，应使用吊笼，吊笼四周及底部宜使用钢板网封闭。

6.7.3 作业前应检查起重机械的变幅限位器、力矩限制器、起重量限制器、防坠安全器、钢丝绳防脱装置、防脱钩装置以及各种行程限位开关等安全保护装置，应齐全有效，不应随意调整或拆除。不应利用限制器和限位装置代替操纵机构。

6.7.4 在架空输电线附近起吊时，不应用手扶持吊物或牵拉钢丝绳，起重臂和起吊物应与输电线保持安全距离，并应符合 GB 50194、JT/T 1499 的规定。

6.7.5 两台门式起重机同时作业时，应保持 5 m 以上距离。

6.7.6 流动式起重设备作业的技术要求如下：

- a) 通行的道路、作业场地应平整、坚实；
- b) 作业时应与沟渠、基坑保持安全距离；同一场地两台及以上起重机作业时，相邻两台起重机的距离应大于两台起重机作业半径之和；
- c) 履带式起重机作业时，地面坡度不应大于 3°；起重臂的最大仰角不应超过使用说明书的规定，

当无资料可查时,不应超过 78°;

- d) 汽车、轮胎式起重机作业时,吊装前支腿应全部打开,并应按要求铺设支垫,作业前应检查支腿和地基的稳定性,作业时应由专人监测支垫下沉情况;
- e) 通过铁路、地下水管、电缆等设施时,应铺设垫板保护,在上面行走时不应转弯;
- f) 采用双机抬吊作业时,应选用起重性能相似的起重机;抬吊时应统一指挥,动作应配合协调,荷载应分配合理,起吊重量不应超过两台起重机在该工况下允许起重量总和的 75%,单机的起吊荷载不应超过允许荷载的 80%;在吊装过程中,两台起重机的吊钩滑轮组应保持垂直状态。

6.7.7 起重机械使用的钢丝绳要求如下:

- a) 起重机械使用的钢丝绳应符合 GB/T 34198 的规定,应有钢丝绳制造厂提供的质量合格证明文件,其结构形式、强度、规格等应符合起重机使用说明书的要求;塔式起重机、繁忙起重的起重机械的吊索应符合 GB/T 8918 的规定;
- b) 卷筒所配备的导绳器和压绳器应性能良好,钢丝绳与卷筒应连接牢固,放出钢丝绳时,卷筒上应至少保留三圈,收放钢丝绳时应防止钢丝绳损坏、扭结、弯折和乱绳,卷筒和滑轮不应有可能损害钢丝绳的缺陷;
- c) 每班作业前,应检查钢丝绳及钢丝绳的连接部位,钢丝绳不应有扭结、压扁、弯折、断股、断丝、断芯、笼状畸变等变形及明显锈蚀;作业中应经常检查钢丝绳端部的紧固情况;
- d) 钢丝绳检查、维护、报废应符合 GB/T 5972 的规定;
- e) 在转动的卷筒上缠绕钢丝绳时,不应用手拉或脚踩引导钢丝绳,不应给正在运转的钢丝绳涂抹润滑脂。

6.7.8 吊钩应设有防脱钩装置;防脱棘爪在吊钩负载时不应张开,安装棘爪后钩口尺寸减小值不应超过钩口尺寸的 10%;防脱棘爪的形态应与钩口端部相吻合。

6.7.9 吊起的构件上不应堆放或悬挂零星物件。吊起的设备及其组件应绑扎牢固,不应脱落。

6.8 水上作业

6.8.1 上下船舶应搭设跳板或扶梯,宽度不宜小于 0.6 m,跳板的强度和刚度应满足使用要求。跳板、扶梯应设置扶手及安全网,板面或踏步应有防滑措施;跳板端部应固定或系挂。

6.8.2 可能发生坠落的工程船舶甲板、通道和作业场所应设有防滑装置,在大风浪中航行或冰冻天气作业时,应增设临时安全护绳。

6.8.3 水中围堰(套箱)和水上作业平台应设置船舶靠泊系统、人员上下安全通道、消防设施及救生浮具。临边应设置不低于 1.2 m 的防护栏杆,挂设钢丝网或钢板网,内侧悬挂救生圈。四周应设置安全标志和夜间航行警示灯光信号。

6.8.4 水上作业平台四周宜设置安全漂绳,作业人员宜配备定位报警装置,宜设置应急物资室,并配备常用医疗药品、设施。人员居住区、办公区应与作业区、危险品存放区保持安全距离。

6.8.5 临时码头、水上作业平台和栈桥搭设、拆除过程中,宜采用钢管桩定位架和整体式作业平台,缺少或不易设置安全带吊点时宜设置水平生命线装置。

6.8.6 通航水域的水中围堰(套箱)和水上作业平台应设置防船撞设施,包括助航设施、安全标志、水中独立式防撞墩等。通航密集水域应配备警戒船和应急拖轮。能见度不良时水上作业区应按规定启用声响警示设备和红光信号灯。

6.9 爆破作业

6.9.1 爆破作业应符合 GB 6722 的规定。

6.9.2 爆破作业应设置警戒区,配备警戒人员,起爆前应撤出人员并按规定发出声、光等警示信号。应使用警戒隔离绳、活动式警戒隔离栏、安全标志等对警戒区进行标识。

- 6.9.3 露天爆破作业时,应建立避炮掩体,避炮掩体应设在冲击波危险范围之外。松软岩土或砂矿床爆破后,应对空穴、陷坑进行安全检查,确认无塌陷危险后,方可解除警戒。
- 6.9.4 地下爆破可能引起地面塌陷和山坡滚石时,应在地面塌陷区和滚石区设置警戒区。
- 6.9.5 爆破影响范围内的既有建(构)筑物和设施以及不能撤离的施工机具等应设可靠的防护设施。
- 6.9.6 爆破区域附近有建(构)筑物、养殖区、野生水生物需要保护时,应针对爆破飞石、水中冲击波(动水压力)、爆破振动和涌浪等水下爆破有害效应制定有效的安全保护措施。

6.10 施工设备

- 6.10.1 机械设备配备的安全防护设施、保险限位装置及各种安全信息装置应齐全有效。
- 6.10.2 不应利用机械设备违规载人、吊人。不应使用非起重机械进行起重吊装作业。
- 6.10.3 外电架空线路附近机械作业的要求如下:
- 夜间、5级以上大风或大雨、大雪、大雾、雷电等恶劣天气时,不应在外电架空线路附近作业;
 - 应在 JT/T 1499 规定的外电架空线路的最小距离边界设置警戒区,并悬挂安全标志;
 - 作业时应由专人对机械作业距外电架空线路的距离进行监测。
- 6.10.4 机械设备的用电技术要求如下:
- 一个漏电保护器只能控制一台可移动式或手持式电动工具;
 - 施工现场使用的电动施工机具的防护等级应与施工现场的环境相适应,施工现场所使用的电动施工机具应根据其类别设置相应的间接接触电击防护措施;
 - 电动施工机械和手持式电动工具的负荷线应按其计算负荷选用无接头的橡皮护套铜芯软电缆,且性能符合 GB/T 5013.1、GB/T 5013.4 的规定;
 - 遇有临时停电、停工、检修或移动电器设备时,应关闭电源并悬挂安全标志;
 - 电气设备或其线路发生火警时,应首先切断电源;
 - 在隧道等潮湿或条件恶劣环境下的电气设备(电压 36 V 以下设备除外)应做保护接地;大型设备应设置独立的保护接地。
- 6.10.5 齿轮传动、皮带传动、联轴器传动的小型机具应设有防护罩。外露旋转、传送、振动等部件的大型机械,作业时应设置警戒区。
- 6.10.6 起重机械宜设置安全监控管理系统,并应符合 GB/T 28264 的规定。
- 6.10.7 桥式和门式起重机应按照 GB/T 6067.5 的要求配备安全防护装置。
- 6.10.8 门式起重机的安全防护要求如下:
- 室外工作的门式起重机应按照起重机使用说明配备制动器、轮边制动器、夹轨器、顶轨器、压轨器、别轨器等抗风防滑装置;在台风影响区域,应加设缆风绳,宜采用液压式夹轨器及机械式夹轨器的组合;防风抗滑装置安装后不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷;
 - 应设置声光报警、防脱钩装置、缓冲器等安全装置,室外工作的门式起重机桁架梁上不应安装标志标牌;
 - 应设置轨道端部止挡,轨道端部止挡上应安装行程限位触发装置;轨道端部止挡宜采用工字钢,且应满足抗冲击要求;前挡板宜高出轨道顶面不小于 0.6 m,应安装缓冲器,并应采用具有夜间反光效果的安全色;斜撑与轨道面夹角宜为 30°;轨道端部止挡与轨道基础之间宜采用螺栓连接,并应采用防松脱垫片;
 - 应有可靠的检修通道与平台,宜采用带护笼的钢直梯;
 - 当室外工作的门式起重机位于其他建筑物或设施的防雷保护范围外时,应有防雷保护措施。
- 6.10.9 塔式起重机的安全防护要求如下:
- 应按 GB 5144 的要求配备安全防护装置;
 - 塔式起重机的金属结构、轨道应有可靠的接地装置,接地电阻不应大于 4 Ω;塔式起重机应有

防雷保护措施；

- c) 塔式起重机各部位的栏杆、平台、扶杆、护圈等安全防护装置应配置齐全；
- d) 起重臂臂架头部应安装风速仪；当风速大于工作极限风速时，应能发出停止作业的警报；遇大风停止作业时，应将回转机构的制动器完全松开，起重臂应能随风转动，并应锁紧夹轨器；
- e) 动臂式和未附着塔式起重机及附着以上塔式起重机桁架上不应悬挂标志标牌；
- f) 人员上下应配备符合要求的施工电梯或钢直梯；使用钢直梯上下时，宜配备防坠器；
- g) 塔式起重机基础应设置上横杆高度不低于 1.8 m 的围栏；
- h) 轨道式塔式起重机应符合 6.10.8 的规定。

6.10.10 缆索吊机的安全防护要求如下：

- a) 吊塔、扣塔塔架前后及侧向应设置缆风索；
- b) 塔架顶部应设置可靠的防雷保护措施；
- c) 人员上下塔架应配备符合要求的施工电梯、钢直梯或钢斜梯。

6.11 预制构件运输作业

6.11.1 超高、超宽、形状特殊的大型预制构件运输应编制专项方案，方案内容应包括运输路径规划、装卸及运输计划与工艺技术、安全保证措施等。大型预制构件道路运输的安全防护应符合 JT/T 1295 的规定。

6.11.2 厂内装卸预制构件应设置警戒区。厂区内预制构件运输宜设置循环线路，宜使用液压运梁平车运输大型预制构件。厂内运输的安全防护应符合 CB 4287 的规定。

6.11.3 预制构件的陆上运输安全防护要求如下：

- a) 运输车辆应满足构件尺寸和载重要求；
- b) 装卸构件时应采取保证车体平衡的措施，承运的货物重心应与承运车辆的承载重心相吻合，其偏差应控制在车辆的许可范围内；
- c) 运输构件时应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；运输细长构件时应根据需要设置水平支架，T 梁运输时应在翼缘板根部设置支撑设施；固定措施应进行强度、稳定性和刚度验算；
- d) 运输构件时应采取防止构件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处的混凝土，应设置保护衬垫，可采用硬木板。

6.11.4 预制构件的水上运输安全防护要求如下：

- a) 运输船舶应满足构件尺寸和载重要求；
- b) 预制构件叠放运输时下层梁段支墩区域应有加固措施；
- c) 航行中应每日、恶劣天气前后检查系固装置情况，必要时进行加固收紧；
- d) 预报 6 级及以上大风、大雾、暴雨等恶劣天气时，应立即将船舶转移到锚地锚泊；6 级及以上大风、暴雨时，应停止作业，同时检查加固船舶、构件和锚定等。

6.12 拆除作业

6.12.1 5 级以上大风或大雨、大雪、大雾、雷电等恶劣天气时，不应进行起重机械的安装拆卸作业。

6.12.2 拆除施工现场应设置警戒区，并应由专人监护，警戒区不应小于拟拆除物坠落影响范围，并使用警戒隔离绳、活动式警戒隔离栏、安全标志等对警戒区进行标识，非作业人员不应进入拆除现场。

6.12.3 拆除施工不应立体交叉作业。机械拆除时，施工人员与机械不应在同一作业面上同时作业。

6.12.4 拆卸作业前应将拟拆除物上的杂物、附属设施等清理干净。

6.12.5 高处拆除作业时不应在未固定、无防护设施的构件上作业或通行，宜采用落地式作业平台、登高作业车、水平生命线装置等设施，并应符合 6.1 的规定。

- 6.12.6 拆除施工作业的机具应置于稳固位置。
- 6.12.7 拆除作业时,应对拟拆除物的稳定状态进行监测;发现异常情况时,应立即停止作业,排除隐患后方可继续作业。
- 6.12.8 门式起重机拆除作业的安全防护要求如下:
- 警戒区不应小于门式起重机倾覆半径的 1.5 倍范围;当有其他可靠防倾覆措施时,警戒区范围应依据 GB/T 3608 规定的可能坠落范围半径确定;
 - 拆除过程中应设置有效防倾覆的临时固定设施;在大风地区或大风季节拆除时,应有抗风的临时加固措施,使用缆风绳作为加固措施时应符合 5.12 的规定;
 - 应在同一班次内将起重机所有机件拆至地面;当遇特殊情况拆卸作业不能继续时,应采取保护措施保证门式起重机处于安全状态。
- 6.12.9 塔式起重机拆除作业的安全防护应符合 GB/T 5031、GB/T 26471 的规定。
- 6.12.10 桥梁拆除作业的安全防护要求如下:
- 拆除前应迁移拆除作业影响范围内的公用管线、交通安全等设施;被拆除桥梁下方不应有人员、车辆通行;
 - 拆除作业影响周围建筑或道路的安全时,应采取相应的安全防护措施;
 - 拆除作业周边环境条件复杂时,应对结构和环境进行监测;大型复杂桥梁的拆除应加强施工控制;
 - 拆除梁间横向联系时,应采取避免构件倾覆或结构整体稳定破坏的措施;拆除梁或悬臂构件时,应采取防坠落、防坍塌的措施;
 - 高空肢解后的混凝土块件或预制构件,应采用起重机械及时吊下或运走,散碎废料宜设置溜放槽顺槽溜下、集中堆放,不应随意抛掷;
 - 预应力结构拆除过程中,施工人员不应进入预应力筋锚固端轴线后方;
 - 处于道路或航道上的临时支架(支墩),应设置可靠的防护措施。

6.13 有限空间作业

- 6.13.1 有限空间作业应严格遵守“先通风、再检测、后作业、作业时持续通风监测”的原则。未经通风和检测合格,任何人员不应进入有限空间作业。作业中断超过 30 min 后,应重新通风、检测合格后方可再次进入。
- 6.13.2 有限空间作业采取通风措施时,不应采用纯氧通风换气。采用机械通风时,吸风口应放置在底部;当存在和空气一样重或比空气轻的有害物质时,还应在顶部增设吸风口。
- 6.13.3 有限空间作业首次检测的时间不应早于作业开始前 30 min。检测指标包括氧浓度、易燃易爆物质(可燃性气体、爆炸性粉尘)浓度、有毒有害气体浓度。检测结果不超过附录 B 中表 B.1 规定的限值时,方可进入有限空间作业。
- 6.13.4 有限空间作业场外应设置警戒区及安全标志,并应由专人监护,非作业人员不应进入。
- 6.13.5 有限空间作业过程中,每个作业面应至少配置 1 台气体检测报警仪,其技术指标应符合 GB 12358 的要求。应对作业场所中的危险有害因素进行每小时 1 次检测或者连续监测。发现作业人员身体不适、通风设备停止运转、有限空间内氧含量浓度低于 19.5%,或者有毒有害气体浓度接近标准限值时,应立即停止有限空间作业,清点作业人员,撤离作业现场。
- 6.13.6 有限空间作业过程中,应将有限空间内具有转动部分的机器设备或转动装置的电源切断。若设备的动力源不能控制,应将转动部件与其他机器联动设备断开。
- 6.13.7 有限空间照明电压应小于等于 24 V,在潮湿容器、导电良好、金属空间内照明电压应小于等于 12 V,不应使用明火照明。使用超过安全电压的手持电动工具作业或进行电焊作业时,应配备漏电保护器。

6.13.8 有限空间电焊与气割作业的技术要求如下：

- a) 气瓶及焊接电源置于有限空间外；
- b) 清除、隔离内部易燃物；
- c) 作业人员与焊件之间保持绝缘,作业点地面上铺垫绝缘材料；
- d) 采取通风和排除烟尘的措施。

6.13.9 有限空间涂装作业的技术要求如下：

- a) 应采用符合 GB 3836.1 规定的防爆风机、烘烤灯及其他电气设施设备；
- b) 不应与明火和产生火花的作业同时进行；
- c) 作业完毕后,应继续通风 24 h;剩余的涂料、溶剂等物,应全部清理出有限空间,存放指定的安全地点。

6.13.10 有限空间作业完成后,应将全部作业设备和工具带离有限空间,并应清点人员及设备数量,确保有限空间内无人员和设备遗留后,关闭出入口。

6.13.11 有限空间作业发生事故后,现场有关人员应立即报警,不应盲目施救。每位救援者应配备 1 套全面罩正压式空气呼吸器或长管面具等隔离式呼吸保护器具,且应有不少于 1 人在有限空间外部负责看护、联络。

6.13.12 有限空间作业应在有限空间外警戒区内配备应急救援装备,包括全面罩正压式空气呼吸器或长管面具等隔离式呼吸保护器具、应急通信报警器材、现场快速检测设备、大功率强制通风设备、应急照明设备、安全绳、救生索和安全梯等。

7 临时工程

7.1 钢栈桥

7.1.1 上承式钢栈桥两侧应设置高度不低于 1.2 m 的防护栏杆,中下承式钢栈桥两侧宜挂设安全网。

7.1.2 钢栈桥宜在一侧设置外凸平台,用于设置配电箱、消防和救生设施等。

7.1.3 行车道两侧宜设置连续的护轮坎。护轮坎宜采用钢结构。

7.1.4 钢栈桥应设置栈桥门禁系统、减速防滑装置、限速限载标志、水位标尺、夜间航行警示装置。钢栈桥应每 50 m 配置一个救生圈,救生圈应悬挂在防护栏杆内侧并宜配备自浮灯。钢栈桥宜实行人车分离,栈桥桥面宜设置高音喇叭和车辆测速报警系统。

7.1.5 钢栈桥应设置满足施工安全要求的照明设施。夜间施工时,栈桥两侧应沿防护栏杆交错设照明灯,间距 15 m;栈桥首尾及每间隔 20 m 应悬挂红色闪烁警示灯。

7.1.6 通航水域施工应按照主管部门的批复设置通航保障设施。通航水域钢栈桥安装和使用阶段应设置防船撞设施,包括助航设施、安全标志、水中独立式防撞墩等。不应将船舶缆绳系挂在栈桥承重桩上。

7.2 施工便道

7.2.1 急弯、陡坡、连续转弯等危险路段应根据需要采取硬化、合理限速、设置减速带、防滑等措施,必要时还应设置护栏、警示柱、紧急避险区域等,宜设置夜间警示灯。

7.2.2 便道路面明显高于路侧场地时,应设置安全标志,必要时应设置护栏。

7.2.3 易发生落石、滑坡等危险路段应设置阻拦网、挡土墙等防护设施,并应加强巡检观测,设置警示标志;宜采用自动监测预警装置对危险性较高路段进行动态监测。

7.2.4 施工便道的转角、视线不良地段应设置广角球面镜;临水、临崖的,应设置隔离墩或护栏;跨越施工道路的,在路口及转弯处应设置警示柱、警示墩等。上述路段宜设置夜间警示灯。

7.2.5 便道出入口处应设置限速标志和减速带,与既有道路平面交叉的应设置道口安全标志;有高度

限制的路段,应设置限高架。施工便桥应设置限宽、限速、限载等安全标志。

7.3 两区三厂

7.3.1 两区三厂的安全距离要求如下:

- a) 生产区、生活区、办公区应分开设置,且距离集中爆破区不小于 500 m;
- b) 临时用房、临时设施、生产区、生活区、办公区的防火间距和消防设施应符合 GB 50720 的规定;
- c) 火工品库、易燃易爆品仓库、油库应远离明火作业区、人员密集区和建筑物相对集中区,与高压线保持安全距离,并应设在在建工程或上述区域的主导风向的下风侧;
- d) 储油罐与在建工程的防火间距不应小于 15 m;液化天然气气化站与站外建筑的防火间距应满足安全要求。

7.3.2 两区三厂安全防护设施及防灾措施的技术要求如下:

- a) 坠落高度基准面 2 m 及以上施工区域的人员上下安全通道宜采用移动式钢斜梯或移动式作业平台;
- b) 塔式、门式、桥式起重机械,水泥罐、沥青罐、储料罐等设施的检修通道应采用钢直梯;
- c) 厂区功能分区,沥青罐、燃油罐、天然气、易燃易爆气体等存储区,变压器、室外配电柜(一级)、塔式起重机、空压机站等危险区域应采用围栏,围栏内应留有不小于 1 m 的巡视或检修通道;变压器、室外配电柜(一级)等机电设备围栏高度不应小于 1.7 m,并应在明显位置悬挂安全标志;用于塔式起重机基础隔离的围栏的上横杆距地高度不应小于 1.8 m;其他固定式围栏的上横杆高度可根据有关规定或实际需要确定;
- d) 污水处理池、蓄水池等水池应设置防护栏杆;
- e) 后张法施工时应在张拉端设置具有围护的防护挡板,宜由主体框架、防护板等组成;主体框架应高于最上一组张拉钢筋 0.5 m 及以上,宽于张拉端两侧 1 m 及以上;挡板由外向内应依次设置厚度不小于 20 mm 的木板、厚度不小于 5 mm 的钢板;
- f) 缆风绳可作为活动板房、钢筋加工厂顶棚、料仓棚等轻钢结构,储料仓、储料罐等高耸结构,室外起重机械等的抗风措施,并应符合 5.12 的规定;高度超过 30 m 的机械设备应进行抗风设计;
- g) 储料仓、储料罐、水泥罐、料仓棚、沥青罐等设施基础应设置防撞设施;
- h) 轻钢结构棚架应采取防雨雪措施;
- i) 储油罐、液化天然气气化站应设置防晒防雨类防护棚及消防设施。

7.3.3 两区三厂的生活区、办公区应配置常用急救药品,宜设立医务室。

7.3.4 拌和厂的安全防护要求如下:

- a) 料仓墙体外围应设置警戒区,距离不宜小于墙高的 2 倍;
- b) 沉淀池、施工水池临边应设置防护栏杆,并宜采用钢筋网覆盖;
- c) 拌和站大棚立柱应设警示墩,原材料卸料口应设置防护挡板;
- d) 拌和过程中人员不应跨越皮带或调整皮带运输机;
- e) 维修、保养或检查清理搅拌系统、供料系统应封闭下料门、切断电源、锁定安全保护装置、悬挂安全标志,并应由专人监护。

7.3.5 预制厂的安全防护要求如下:

- a) 预应力张拉区域应设置警戒区,非操作人员不应进入;
- b) 梁体存放要求如下:
 - 1) 存梁台座应坚固稳定,且应高出地面 0.2 m 以上;
 - 2) 应在梁端两侧设置支撑设施,边梁或 T 梁应在梁中部加设支撑设施,支撑设施宜采用枕

木、钢管或刚性支撑架；

- 3) 叠放的高度宜按构件强度、台座地基的承载力、垫木强度及叠放的稳定性等计算确定；设计文件无要求时，钢梁不宜叠放，空心板叠层不应超过3层，箱梁和T梁叠层不应超过2层，涵洞盖板等小型构件不宜超过6层；上下层垫木应在同一条竖直线上。

7.3.6 钢筋加工厂的安全防护要求如下：

- a) 门式起重机两侧与侧墙、立柱之间的净距不应小于0.5 m，设置通道时通道宽度不应小于1 m；
- b) 钢筋切割作业区应设置防护挡板；
- c) 盘圆钢筋、钢筋笼等易滚动钢筋制品不应超过2层叠放，并应支垫牢固。

7.3.7 钢筋加工厂、料仓等轻钢大棚安装、拆除的安全防护要求如下：

- a) 安装、拆除大棚的高处作业应采用脚手架、落地式作业平台或高空作业车，并应符合6.1的规定；
- b) 安装、拆除大棚过程中，应及时安装临时柱间支撑及稳定缆绳、抛撑，形成的临时空间结构稳定体系，应能承受结构自重、风荷载、雪荷载、施工荷载以及吊装过程中冲击荷载的作用；
- c) 不应利用已安装就位的构件起吊其他重物；
- d) 安装完毕大棚主体结构、形成空间结构稳定体系前，不应安装彩钢瓦等附属结构；
- e) 宜设置水平生命线装置，保障在已安装好的大棚主体结构上弦行走安全，水平生命线装置应符合6.1.7的规定；
- f) 安装彩钢瓦等轻质型材屋面板前，应在作业面下方3 m内挂设安全平网，不应在已搭设屋面板上行走。

7.4 跨线施工

7.4.1 现场作业车辆、机械应配备警示灯和反光条。

7.4.2 跨路施工防护棚基础端头、跨线及路面施工交通管制区域等车辆与施工现场固定设施易发生碰撞处，应设置交通锥、防撞桶、水马、防撞墩（墙）、附设警示灯的护栏等设施。

7.4.3 施工作业面可能坠落半径内的被跨道路应设置防物体打击类防护棚，并应设限高架、防撞设施及限高、限宽、减速标志和设施。防物体打击类防护棚应设置轮廓灯、警示灯、爆闪灯等设施，应保证被跨道路有充足的照明，在夜间警示灯应持续亮灯。

7.4.4 跨既有公路施工，施工作业面底部应悬挂安全网。

7.4.5 现浇支架跨线施工设置门洞时，防物体打击类防护棚应符合5.2、7.4.3的规定，且满足以下要求：

- a) 应利用模板支撑架门洞结构的立杆作为防物体打击类防护棚的立柱，利用分配梁、横梁等作为其棚架；
- b) 门洞立杆应采用防撞墙式的扩大基础，并应满足承载力、防撞设计要求；
- c) 门洞上方作业区域应采用木板或其他硬质材料全封闭，两侧应设置防护栏杆、挡脚板和密目式安全立网；
- d) 防护棚入口前宜依次设置慢行标志、减速带或减速标线、限高架。

7.4.6 挂篮跨线施工应采取防落物措施，采用全封闭挂篮或设防物体打击类防护棚。全封闭挂篮的技术要求如下：

- a) 挂篮底部封闭平台步行板宽度不应小于0.8 m；平台应采用高度不小于1.2 m的钢板围挡封闭四周，钢板厚度不宜小于2 mm；
- b) 挂篮四周应用槽钢或钢筋焊接成安全网的骨架，并在端部与底部封闭平台、挂篮焊接固定；
- c) 安全网应与骨架牢固连接，高度宜高于桥面2 m；
- d) 组装好的全封闭挂篮，各施工作业面四周及底部均应封闭，不应留有大于10 mm × 10 mm的

空隙。

7.4.7 不中断交通施工的高处焊接作业,应在防物体打击类防护棚顶铺设阻燃板,并应符合 6.6.8 的规定。

8 路基工程

8.1 一般要求

8.1.1 场地清理前应在边界、淤泥、空穴处设置警示区。挖、填方作业区边缘应设置明显的安全标志。存在地下电缆、通信或燃气管道的区域,应进行摸排,并应由专人监护。

8.1.2 机械设备进场前,应对现场和行进道路进行踏勘,坡度、宽度等不满足通行要求的地段应采取必要的措施。

8.1.3 起重机、挖掘机、推土机等机械作业范围内不应同时进行人工作业。上下作业面应错开,不应同一坡面交叉作业。

8.1.4 在坡度大的边坡区域作业时应采取防止设备倾覆的措施。路基边坡、边沟、基坑边缘地段上作业的机械应采取防止机械倾覆、基坑坍塌的安全措施。

8.1.5 机械设备应符合 6.10 的规定。施工车辆应安装倒车蜂鸣提示器,宜安装感应雷达和倒车影像。应在压路机车身后外轮廓贴反光条,宜安装前后影像。

8.1.6 多台机械同时作业时,各机械之间的安全距离要求如下:

- a) 两台以上压路机同时作业时,前后间距不应小于 3 m,左右间距不应小于 1 m,在坡道上不应纵队行驶;
- b) 多台夯土机械并列工作时,其间距不应小于 5 m;前后工作时,其间距不应小于 10 m;
- c) 多台铲运机联合作业时,各机之间前后距离应大于 10 m(铲土时应大于 5 m),左右距离应大于 2 m;
- d) 两台以上挖掘机在同一平台上作业,挖掘机的间距不应小于其最大挖掘半径的 3 倍;
- e) 两台以上推土机在同一区域作业时,前后距离应大于 8.0 m,左右距离应大于 1.5 m。

8.1.7 应及时清除不稳定孤石、危岩,清除时应设置警戒区,并应由专人监护。

8.1.8 爆破、塌方、滑坡、深坑、高空滚石、沉陷等危险区域,应设置防护栏杆或隔离带;施工现场的沟、坑、水塘、深坑、沉陷等危险区域,应设置防护栏杆和安全标志。

8.1.9 使用无人驾驶机械作业时,应在作业区域外围设置警戒区,并应由专人在警戒区外巡视,无关人员、车辆、机械等不应进入警戒区。

8.1.10 雨季施工时,应将作业完毕的施工机械设备停放在高处,并应设置防洪排涝设施。现场积水超过 0.5 m 的区域,应设置警示标志。

8.2 土方工程

8.2.1 土方运输车辆出入口处及每处作业面应分别设置交通安全指挥人员,场内道路两侧应设置明显的安全标志。

8.2.2 取土场(坑)底部应平顺,场(坑)边周围应设置安全标志和安全防护设施,应设置夜间警示和反光标识。

8.2.3 靠近结构物处挖土应采取避免不均匀沉降的安全防护措施。居民区附近的开挖,应根据实际需要设置临时便道或便桥,并应符合 7.1 或 7.2 的规定。

8.2.4 两台以上推土机并排作业时,前进时应以相同速度前行;后退时,应分先后。两机交会或超车时应减速,两机左右间距应大于 0.5 m。

8.2.5 各类机械在工作面边缘作业的安全防护要求如下:

- a) 土石方运输车辆在陡坡、高坡、填方边坡处卸料时,应与边缘保持安全距离并设置警示带、警示标志;
- b) 装载机在坡、沟边卸料时,轮胎离边缘安全距离宜大于 1.5 m,并应放止挡木阻滑;
- c) 挖掘机正铲作业时,开挖高度和深度不应超过机械性能规定;在拉铲或反铲作业时,履带式挖掘机的履带与工作面边缘距离应大于 1 m,轮胎式挖掘机的轮胎与工作面边缘距离应大于 1.5 m;
- d) 翻斗车在坑槽边缘卸料时,应在距坑槽 1 m 处设置安全挡块,不应骑沟倒料。

8.2.6 弃渣场地应设置在不易溃塌、不产生滑坡的安全地段,不应堵塞河流、泄洪通道。弃渣场的安全防护距离、工程防护措施应符合 GB 51018 的规定。

8.3 石方工程

8.3.1 路基爆破作业应符合 6.9 的规定。预警、起爆、解除信号的装备宜采用手摇式警报器,必要时可采用声光报警装置。防护爆破飞石宜采用篱笆、钢网、胶管帘、土袋等。对重点防护的范围,应在其附近架设防护排架,并挂金属网防护。

8.3.2 石方开挖应设防危石设施,山体落石较小时应采用普通落石阻拦网,落石较大应采用加强型排架阻拦网,风化较严重的山体坡面应进行专项设计。

8.4 防护工程

8.4.1 边坡防护作业、挡土墙施工、张拉作业等应设置警戒区及明显的安全标志。

8.4.2 高处运送材料宜使用专用提升设备,应防止物料洒落,不应自上而下顺坡卸落、抛掷砌筑材料。

8.4.3 高度超过 2 m 的防护工程,应设置防止人员坠落的安全防护设施,且满足以下要求:

- a) 脚手板应绑扎牢固,应设扶手,有坡度的脚手板应设防滑条;
- b) 高处或高边坡面上从事砌筑、撬石、运料等作业,应搭设脚手架作业平台并在其与坡面的空隙设安全平网;脚手架上不应堆放物料;脚手架应符合 6.1.8 的规定;
- c) 高边坡脚手架搭设完成后,作业平台临边应设置高度 1.2 m 的防护栏杆,并应符合 5.1 的规定;高边坡施工中作业面不断变动的临边作业,宜选择可以迅速拆装并有防脱设计的防护栏杆;
- d) 高边坡施工应沿着边坡面设置两侧带扶手的人行斜道;人行斜道扶手中心线应与坡面线平行,扶手高度宜为 0.9 m;扶手安装后,横杆、立柱应能承受任何方向施加的 1 kN 的集中荷载;梯道倾角与对应的踏步高(r)、踏步宽(g)组合应符合表 1、表 2 的规定。

8.4.4 砌筑作业中,脚手架下不应有人操作及停留,不应立体交叉作业。

8.4.5 喷混植生作业应符合 6.1 的规定。

8.4.6 挡土墙背 1 m 以内不宜使用重型振动压路机碾压。挡土墙基坑开挖应符合 6.5 的规定。

8.4.7 锚索(杆)张拉作业操作平台及设备应安装稳固,并应设置警戒区。张拉过程中操作人员不应离岗,千斤顶后方不应站人。

8.4.8 人工挖孔桩作业的安全防护要求如下:

- a) 人工挖孔桩作业应符合 6.13 的规定;
- b) 作业时应持续通风,宜采取机械强制通风措施;现场应备用不少于 1 套通风设备,并应配备气体浓度检测仪器;进入桩孔前应先通风 15 min 以上,并经检测有限空间内氧含量浓度高于 19.5%,且有毒有害气体浓度不应超过附录 B 中表 B.1 规定的限值;
- c) 施工人员上下的安全通道应使用带护笼的钢直梯,并应每间隔 8 m 设一处休息平台;人员上下应使用防坠器,安全绳应系在孔口预埋件上,上下时不应携带工具和材料;作业人员不应利用卷扬机上下桩孔;孔深超过 30 m 的应配备作业人员升降设备;
- d) 桩基孔口处应设置护圈,护圈应高出地面 0.3 m;孔口应设置 1.2 m 的防护栏杆,夜间应悬挂

- 示警红灯;孔口四周不应堆积弃渣、无关机具及其他杂物;
- e) 孔深超过 15 m 时,应配备有效的通信器材;
 - f) 出渣作业应符合 6.7 的规定;出渣作业时,施工人员头顶部应设置半月板防护,提升渣桶应有盖,卷扬机应设置锁止装置、安全限位器、防坠器、吊钩的防脱钩装置;
 - g) 孔内照明电压不应超过 12 V,应采用防水带罩灯泡,电缆应为防水绝缘电缆;
 - h) 爆破开挖时,附近桩孔人员应撤离,孔口应做覆盖防护并应使用沙土袋加压;爆破作业应符合 6.9 的规定;
 - i) 在含有毒有害气体的地区,孔内作业应至少每 1 h 检测一次有毒有害气体及含量,同时应配备不少于 5 套且满足施救需要的隔绝式压缩氧自救器等应急救援器材。

8.5 排水工程

- 8.5.1 高边坡截水沟施工应设置作业平台、人行斜道、防护栏杆等,并应符合 6.1、8.4.3d) 的规定。
- 8.5.2 高处运送物料应符合 8.4.2 的规定。
- 8.5.3 渗井停止施工或完成后应加盖封闭。

8.6 特殊路基

8.6.1 软土路基施工的安全防护要求如下:

- a) 强夯作业区应设置警戒区及安全标志,由专人负责统一指挥;警戒区应通过试夯确定,但不应小于起重机吊臂长度的 1.5 倍;当有其他可靠防倾覆措施时,警戒区范围应依据 GB/T 3608 规定的可能坠落范围半径而确定;
- b) 强夯机吊锤机械驾驶室前应设置防护网;高能级强夯时应采取缆绳、辅助门架等防机架倾覆措施;
- c) 旋喷桩的高压设备和管路系统的密封圈应完好,各管道和喷嘴内不应有杂物;
- d) 在淤泥区域进行换填施工作业时,应采取防止人员陷入的措施;
- e) 软土开挖时,宜选用对道路压强较小的施工机械,当地土不能满足机械行走要求时,可采用铺设工具式路基箱板等措施。

8.6.2 滑坡地段路基施工的安全防护要求如下:

- a) 应加强对滑坡区内其他工程和设施的保护;
- b) 滑坡影响范围内不应设置临时生产、生活设施或停放机械、堆放机具等;
- c) 开挖与砌筑时应加强支撑和临时锚固,并监测其受力状态;
- d) 冰雪融化期不应开挖滑坡体,雨后不应立即施工,夜间不应施工。

8.6.3 崩塌与岩堆地段施工的安全防护要求如下:

- a) 施工前对影响范围进行评估,并对既有建(构)筑物和交通设施等采取相应的安全防护或迁移措施;
- b) 孤石、危岩等防治工程应及时配套完成;
- c) 刷坡时明确刷坡范围,并设置警戒区和安全标志;
- d) 爆破开挖时应加强现场防护及爆破盾的检查。

8.6.4 岩溶地区施工的安全防护要求如下:

- a) 施工前应根据洞穴的位置和分布情况,设置明显的安全标志和防护设施;
- b) 人员进入前应排除洞内存在的有害气体和物质;
- c) 不稳定洞穴应采取临时支撑等安全措施。

8.6.5 不应在泥石流易发区取土,弃土应避开泥石流影响范围。

8.6.6 采空区施工前应在施工现场对采空区塌陷影响范围进行标识,并设置安全标志,明确作业人员



和施工机械的作业范围。

8.6.7 沿江、河、水库等地区施工的安全防护要求如下：

- a) 高填方、半挖半填、拓宽路段的新老交界面，应按设计要求采取保证路基稳定的措施；峡谷地段宜采用石质填料；
- b) 汛期应采取防洪措施。

9 路面工程

9.1 一般要求

9.1.1 施工现场出入口、沿线各交叉口应实施交通管制，并应设交通指挥人员，无关车辆及人员不应进入施工现场。

9.1.2 机械设备停放位置应平整，周围应设置明显的安全标志，夜间应设警示灯。

9.1.3 机械设备应符合 6.10 的规定。压路机、平地机等路面机械宜安装感应雷达和倒车影像。

9.1.4 覆盖运输车箱顶面等高处作业，宜采用移动式作业平台。

9.1.5 多台机械同时作业时，各机械之间的距离应符合 8.1.6 的规定。人、车、设备之间应保持安全距离。

9.1.6 高温施工应配置遮阳棚等防暑降温设施，人员不应在机械设备附近逗留。

9.1.7 现场进行检测、取样、试验等作业时，工作点四周应摆放交通锥等警示设施，并应设警戒人员。开挖下承层沟槽或施作伸缩缝应设置明显的安全标志。

9.1.8 施工车辆应按指定线路行走，不应超载、超速。道路正式通车前，施工路段应设置限速标志及临时交通安全设施；路面摊铺完成开放交通初期，施工车辆最高行驶速度不应超过 20 km/h，之后最高行驶速度不应超过 30 km/h，结冰、积雪、积水、恶劣天气或经过施工作业地段时最高行驶速度不应超过 10 km/h。

9.1.9 夜间施工时照明应满足施工要求，路口、危险路段和桥头引道应设置警示灯或反光标志；施工设备和临时房屋均应有照明设备和明显的安全标志，粘贴反光膜。

9.1.10 使用无人驾驶机械作业应符合 8.1.9 的规定。

9.2 基层与底基层

9.2.1 消解石灰，浸水过程中不应投料、翻拌，人员应在上风处躲避。

9.2.2 拌和作业开机前应警示，拌和机前不应站人。

9.2.3 卸料应由专人指挥。卸料升斗时，人员不应在车斗的正下方停留。装卸粉状材料应避免在大风天气进行。

9.2.4 整平和摊铺作业应临时封闭交通、设置明显的安全标志，下承层内的各类检查井口应稳固封盖，辅助作业人员应面向压路机方向作业。

9.2.5 人员不应进入碾压区，确需人员进入的，应由专人监护。

9.3 沥青混凝土面层

9.3.1 封层、透层、黏层施工的安全防护要求如下：

- a) 喷洒前应做好检查井、闸井、雨水口的安全防护；
- b) 洒布车行驶中不应使用加热系统；洒布地段不应使用明火；
- c) 喷洒沥青时，手握喷油管部分应加缠旧麻袋或石棉绳等隔热材料；喷头不应朝上，附近 10 m 范围内不应站人，不应逆风作业；
- d) 大风天气，不应喷洒沥青。



- 9.3.2 沥青储存、拌和应配备灭火器、消防砂等,并应设置安全标志。
- 9.3.3 沥青脱桶、导热油加热沥青作业应采取防火、防烫伤措施。
- 9.3.4 沥青混合料拌和作业应符合 9.2.2 的规定,且满足以下要求:
- a) 拌和过程中人员不应在石料溢流管、升起的料斗下方站立或通行,不应靠近各种运转设施;
 - b) 沥青罐内检查应停机进行,不应使用明火照明,并应由专人在外监护。
- 9.3.5 沥青面层摊铺、碾压应符合 9.2.4、9.2.5 的规定。

9.4 水泥混凝土面层

- 9.4.1 切缝、刻槽、摊铺作业范围应设置警戒区。
- 9.4.2 水泥混凝土面层施工设备应符合 6.10 的规定,不应在设备运转过程中进行调整或维修作业。

10 桥梁工程

10.1 一般要求

- 10.1.1 立体交叉施工时,应设置防物体打击类防护棚。可能发生物体打击的区域应设置警戒区。
- 10.1.2 高度在 20 m 及以上的支架、脚手架,正在施工的墩、塔、梁,塔式起重机、施工电梯等高大机具,均应设有防雷保护措施;以上设施在其他建筑物或设施的防雷保护范围之内时,可不再设置。

10.2 预应力工程

- 10.2.1 张拉作业应设置警戒区,非操作人员不应进入。先张法张拉作业时,预制台座区域及张拉台座两端不应站人;后张法张拉作业时,千斤顶后方不应站人。
- 10.2.2 先张法施工,张拉端后方应设立防护挡墙。后张法施工,应在张拉端设置具有围护的防护挡板,防护挡板宜采用可移动式,并应符合 7.3.2e) 的规定。
- 10.2.3 高处张拉作业应设置张拉作业平台和防护挡板。张拉作业平台应设置防护栏杆、围蔽挡板和人员上下安全通道。
- 10.2.4 照明设施宜设置在张拉警戒区外。设置在警戒区内时,照明设施安装高度应大于 5 m,并应有防护罩。

10.3 钻(挖)孔灌注桩

- 10.3.1 钻机等高耸设备应按规定设置防雷、防倾覆措施。
- 10.3.2 施工作业区域应设置警戒区,警戒区不应小于钻机等高耸设备倾覆半径的 1.5 倍范围;当有其他可靠防倾覆措施时,警戒区范围应依据 GB/T 3608 规定的可能坠落范围半径确定。
- 10.3.3 山区钻(挖)孔灌注桩施工应清除坡面上的危石和浮土;存在裂缝的坡面或可能坍塌区域,应采取必要的防护措施,作业前和作业时应进行监测。
- 10.3.4 钢筋笼下放应采用专用吊具。钢筋笼孔口连接时,孔内钢筋笼应固定牢靠。作业人员不应在钢筋笼内作业,安全带不应扣挂在钢筋笼上。
- 10.3.5 浇筑混凝土时,孔口应设防人员坠落设施;使用安全带时,长度应满足正常作业需要。
- 10.3.6 停止施工时,钻(挖)孔灌注桩孔口应使用防护盖板,施工作业区的围护应使用 1.2 m 的防护栏杆,并悬挂安全标志,夜间应悬挂示警红灯。防护盖板的直径应大于桩径 0.2 m;四周固定时应能承受不小于 1 kN 的垂直荷载;四周应与护圈固定安装,不应移位。
- 10.3.7 人工挖孔桩作业的安全防护应符合 8.4.8 的规定。
- 10.3.8 钻孔灌注桩作业的安全防护要求如下:
- a) 泥浆池、沉淀池周围应设置 1.2 m 的防护栏杆,外侧悬挂安全标志,挂设安全网;

- b) 冲击钻机的卷扬机应制动良好,钻架顶部应设置行程开关;
- c) 钢丝绳应无死弯和断丝;钢丝绳夹数量应与钢丝绳直径相匹配,并应设置保险绳夹,冲击钻机顶部应设置钢丝绳防脱装置;
- d) 钻机电缆线接头应绑扎牢固,不应透水、漏电;不应将电缆线浸泡于水、泥浆中,不应挤压电缆线及风水管路;
- e) 深水区水上桩基施工宜采用钢制固定式施工平台,并应符合 6.8 的规定。

10.4 钢围堰

10.4.1 钢围堰安全通道和作业平台的临边防护宜采用 1.2 m 的防护栏杆,防护栏杆的立柱与钢围堰之间应采用焊接形式固定,焊接后应清除毛刺,并应符合 5.1、6.8 的规定。

10.4.2 钢围堰施工安全通道的技术要求如下:

- a) 内部人员上下的安全通道应采用钢斜梯、钢直梯或人行塔梯,数量不应少于 2 个;
- b) 钢斜梯宜附着在围堰壁板上,梯梁的支撑应选择悬挑式支撑架,支撑架位置的围堰壁板应进行相应的补强;
- c) 外部人员上下的安全通道应采用移动式钢斜梯;移动式钢斜梯不应与围堰外部平台形成刚性连接,应采取一端铰接另一端可相对滑动的形式;
- d) 双壁钢围堰顶部应设置水平安全通道,通道底板应满铺围堰顶部并形成环形通道,通道宽度宜与围堰壁厚相同;双壁钢围堰顶部水平通道底板的隔舱注水口应设置防护盖板;
- e) 钢板(管)桩围堰利用围檩、水平支撑作为安全通道时,应铺设固定底板,临边防护应符合 10.4.1 的规定。

10.4.3 钢围堰施工作业平台的技术要求如下:

- a) 厂内拼接宜采用落地式作业平台,落地式作业平台的防护栏杆应在作业层搭设时同步安装,宜采用盘扣式钢管支架搭设;落地式作业平台应符合 5.10 的规定;
- b) 现场接高宜采用悬挑式作业平台,其支撑体系应锚固在已接高完成的单元壁板上,不应支撑在未焊接牢固的待拼单元块上;悬挑式作业平台应符合 5.9 的规定。

10.4.4 钢围堰的防船撞设施应符合 6.8.6 的规定。永久结构围堰宜采用防撞护舷作为防撞设施。

10.4.5 钢围堰安装施工应监测水位变化,围堰内外水头差应在设计范围内。钢围堰内作业时应及时掌握水情变化信息,遇洪水、台风、风暴潮等极端情况,应立即撤出人员。

10.5 沉井

10.5.1 沉井顶部边缘应搭设悬挑式作业平台,浇筑沉井封底混凝土、沉井接高、沉井下沉应搭设作业平台,并应符合 5.9、5.10 和 6.1 的规定,水上作业还应符合 6.8 的规定。

10.5.2 沉井施工安全通道的技术要求如下:

- a) 人员上下的安全通道应采用钢斜梯、钢直梯或人行塔梯,数量不应少于 2 个;
- b) 制作沉井时应同步完成钢直梯或梯道预埋件的安装;
- c) 各井室内应布设带护笼的钢直梯和安全绳,设置防坠器配合人员上下通行;
- d) 沉井顶部应设置水平安全通道,通道宽度宜与沉井壁厚相同,且宽度不宜小于 1 m。

10.5.3 沉井施工时,内部可能坠落的场所临边应设置防护栏杆,并应符合 5.1 的规定。沉井顶端距地面小于 1 m 时,应在井口四周架设 1.2 m 的防护栏杆,并设置安全标志。

10.5.4 沉井下沉前,应对周边的建(构)筑物和施工设备采取有效的防护措施,并定期监测。

10.5.5 沉井内、外应具备有效的通信联络手段,井内可设置监控视频和摄像装置。

10.5.6 沉井下沉施工时,应由专人负责观察现场情况,发现涌水、涌砂时,井内作业人员应及时撤离。

10.5.7 水中沉井各井室应配备救生圈、救生绳等应急物资。

10.6 承台与墩台

10.6.1 不应将整捆钢筋或其他重物集中放置在承台劲性骨架或架立钢筋上。浇筑承台混凝土时,应搭设脚手架并铺设脚手板,不应站在模板、钢筋上操作。

10.6.2 现浇墩台身施工的安全防护要求如下:

- a) 现浇墩台身施工作业面高度在2 m以上时,应搭设墩柱施工作业平台,设置人员上下的安全通道。水平作业平台之间应使用高处作业水平安全通道连接;安全通道应符合6.1的规定。墩柱施工时,人行塔梯连墙件应固定在已浇筑完成的墩身上。
- b) 墩柱施工落地式作业平台步行板宽度不应小于0.8 m,平台的内外侧均应设置高1.2 m的防护栏杆,并应符合5.1、5.10的规定。
- c) 墩柱施工悬挑式作业平台应与墩柱模板一同设计验算,并应符合5.9的规定;墩柱施工悬挑式作业平台步行板宽度不应小于0.8 m;墩柱施工悬挑式作业平台应采用支承方式或悬臂梁式,采用支承方式时,其斜撑应一端支撑在平台主结构钢梁下,另一端支撑在墩柱模板钢楞上;墩柱施工悬挑式作业平台的所有敞开边缘应设置防护栏杆,并应符合6.1.5的规定。
- d) 墩身钢筋绑扎高度超过6 m时,应采取临时固定措施;采用缆风绳时,应钩挂在环向加强筋上。尚未浇筑混凝土的模板宜采用缆风绳作为抗风措施,并应对缆风绳和地锚做专项设计验算;当单节模板较高时,在拉缆风绳之前,应采取临时拉结措施。

10.6.3 预制墩施工的安全防护要求如下:

- a) 预制墩运输、吊装应符合6.7、6.11的规定;
- b) 水上吊装时,吊具宜在陆上安装;
- c) 预制墩吊装后,应及时施作临时固定设施。

10.6.4 高墩翻模施工的安全防护要求如下:

- a) 应设置警戒区,警戒线至柱(塔)边缘的距离不应小于其高度的1/10,且不应小于10 m;不能满足要求时,应采取防物体打击的措施;
- b) 通过警戒区的人行通道或运输通道,均应搭设防物体打击类防护棚;当垂直运输设备穿过防护棚时,防护棚所留洞口周围应设置围栏和挡板,其高度不应小于1.2 m;
- c) 每层模板均应设悬挑式作业平台,作业平台应与墩柱模板同时设计验算;作业平台应符合5.9的规定;作业平台之间垂直距离不应小于2 m,不宜超过2.5 m;作业平台临边防护栏杆应符合6.1.5的规定;
- d) 应设置人员上下的安全通道,垂直作业平台之间应使用钢直梯或钢斜梯连接,安全通道应符合6.1.3的规定;
- e) 作业人员在安装或拆除翻模过程中应系安全带,安全带应系在上方固定结构上,无固定点时应使用水平生命线装置;
- f) 翻模装置拆除前,应清除影响拆除的障碍物及作业平台上所有的剩余材料和零散物件;应在切断电源后,拆除电线;不应在高空拆除步行板、防护栏杆和安全网。

10.6.5 高墩爬(滑)模施工的安全防护要求如下:

- a) 警戒区、防物体打击类防护棚、人员上下的安全通道、作业平台设置及模板拆除应符合10.6.4的规定;
- b) 爬(提)升体系应设压力表、溢流阀及保险装置;架体提升时,除操作人员外,其他人员不应站在爬升的模板或爬架上;
- c) 爬模施工作业平台应与墩柱模板一同设计验算,并与提升架连成整体;上架体、下架体外侧全高应装设金属防护网。

10.7 盖梁

10.7.1 盖梁施工作业平台的技术要求如下：

- a) 盖梁施工应搭设悬挑式作业平台,作业平台应与盖梁支撑体系及模板一同设计验算,并应符合 5.9 的规定。
- b) 盖梁施工作业平台应采用悬臂梁式,宜采用纵梁加横梁的组合结构。
- c) 盖梁施工作业平台步行板宽度不应小于 0.8 m,宜为 1.2 m。平台底板宜满铺;无法满铺时,应挂设安全平网;作业面与安全平网之间的高差不应超过 3 m,安全平网与坠落高度基准面的距离不应小于 0.2 m;安全平网应符合 GB 5725 的规定。
- d) 盖梁施工作业平台之间应使用高处作业水平安全通道连接。
- e) 盖梁施工作业平台的敞开边缘应设置防护栏杆,并应符合 6.1.5 的规定。

10.7.2 盖梁施工应设置人员上下的安全通道,并应符合 6.1.3 的规定。

10.7.3 盖梁端头张拉作业应符合 10.2.3 的规定。

10.7.4 盖梁施工底模安装应搭设脚手架,宜使用水平生命线装置,并应符合 6.1.7 的规定。盖梁施工模板的安装拆除应符合 6.2.6 的规定。

10.8 挂篮

10.8.1 挂篮施工作业平台的技术要求如下：

- a) 挂篮施工应搭设悬挑式作业平台,并应符合 5.9 的规定;
- b) 挂篮施工作业平台应与挂篮、模板一同设计验算,并牢固支撑在挂篮或模板上;
- c) 挂篮施工作业平台应有足够的平面尺寸,应能满足梁段的现场作业需要;
- d) 挂篮施工作业平台步行板宽度不应小于 0.8 m。

10.8.2 挂篮施工应设置人员上下的安全通道,并应符合 6.1 的规定。宜采用钢斜梯、钢直梯、高处作业水平安全通道等用于人员在作业平台、作业面之间通行。

10.8.3 已拆模梁段临边应设置防护栏杆,并应符合 5.1、6.1.5 的规定。作业面不断变动的临边作业,宜选择可快速拆装并有防脱设计的防护栏杆。

10.8.4 挂篮跨线施工应符合 7.4.6 的规定。

10.8.5 非全封闭挂篮作业,挂篮施工作业平台底部应挂设安全平网。

10.8.6 水面上空悬浇作业时,挂篮作业面应配置救生圈,已浇筑部分梁段两侧每隔 50 m 应配 1 只救生圈。

10.8.7 应按照规定配备消防器材,应设置防雷保护措施。

10.8.8 拆除临时支座时,应设置环墩作业平台及人员上下的安全通道。

10.9 梁体架设

10.9.1 梁体架设施工应符合 6.1、6.7 的规定。

10.9.2 梁、板安装,湿接缝模板安装、拆除,及架桥机移动过孔作业,作业区域下方应设置警戒区,警戒区不应小于墩高的 1.5 倍范围;当有其他可靠防倾覆措施时,警戒区范围应依据 GB/T 3608 规定的可能坠落范围半径确定。跨越道路时,下方道路应临时封闭,并应符合 7.4 的规定。

10.9.3 因架设设备的正常作业无法设置防护栏杆时,宜设置水平生命线装置,并应符合 6.1.7 的规定。

10.9.4 架桥机作业的安全防护要求如下：

- a) 架桥机应配备限制运动行程和工作位置的装置、锚定、防风和滑移的装置、联锁保护装置和紧急停止开关、风速仪、防护罩等安全防护设施,并应符合 GB 26469 的规定;

- b) 应采用防脱绳带闭锁装置的吊钩；
- c) 横移轨道应设置轨道端部止挡,并应满足抗冲击的要求；
- d) 架桥机纵横移前应保证坡度符合设计说明,并采取抗滑移、抗倾覆措施;架桥机纵横移位时,应采取设置木楔、铁楔,卷扬机牵引等防止滑行的措施；
- e) 从架桥机前端下至盖梁顶部作业时,应使用带护笼的钢直梯,人员上下应使用防坠器;在盖梁顶部等无法设置防护栏杆的部位行走时,应使用水平生命线装置；
- f) 停止作业的架桥机应临时锚固。

10.9.5 吊移高宽比较大的预应力混凝土 T 形梁和 I 形梁时,应采取防止梁体侧向断裂的措施。

10.9.6 水上架梁作业应配备救生设备,必要时配备救生船。

10.9.7 湿接缝,横隔梁(板)模板安装、拆除时,应采取防止高处坠落、物体打击的措施,宜采用高处作业吊篮,吊篮应为专业厂家的定型产品,不应自行制作。

10.9.8 梁体架设后,梁体之间湿接缝及上下行桥之间空隙处应满布安全平网,可在安全平网上加覆阻燃密目网,空隙大于 0.5 m 或需翻越时宜使用高处作业水平安全通道。

10.10 桥面系及附属工程

10.10.1 桥面系及附属工程施工应符合 6.1、6.7 的规定。

10.10.2 桥面各类预留洞口与坑槽处应设置防护栏杆或盖板,夜间应设置警示灯。

10.10.3 桥梁护栏施工宜选用移动式护栏作业平台,应采用专业厂家制作的定型产品,不应自行制作。

10.10.4 已架设梁段临边应设置防护栏杆,并应符合 5.1、6.1.5 的规定。桥梁护栏宜在完成梁体体系转换后尽快施工。

10.10.5 桥梁左右幅相距较近时,施工作业面应每跨设置至少 1 道跨中央分隔带的高处作业水平安全通道,通道跨径宜为 2.5 m,相邻通道距离不宜超过 50 m。

10.11 钢桥

10.11.1 钢桥预制构件运输、起重吊装、水上安装作业应符合 6.11、6.7 和 6.8 的规定。

10.11.2 钢桥安装应设置防雷保护措施、防滑措施,并应配备足够的消防器材,不应使用明火取暖。

10.11.3 钢梁上的各种电动机械和电缆线、照明线路等,应保持绝缘良好。

10.11.4 钢箱梁架设完成后,桥位焊接、涂装等有限空间作业应符合 6.13 的规定。

10.11.5 钢箱梁内部涂装后,应至少通风 24 h 后方可进行焊接作业,不应同时进行涂装、焊接作业。

10.11.6 钢箱梁内部涂装时应配备灭火器等消防器材。

10.11.7 钢梁外焊接、涂装作业应搭设作业平台,宜采用梁底检查车。梁底检查车应采用专业厂家生产的定型产品。

10.11.8 支架法拼装钢梁及高强度螺栓施拧时,应搭设落地式作业平台,并应符合 5.10 的规定。

10.11.9 拼装杆件时,应有人员上下的安全通道、溜绳、脚手架等,人员不应在无防护的钢梁杆件上行走。

11 隧道工程

11.1 一般要求

11.1.1 隧道内供风、供水、供气管线与供电线路应分别架设,照明和动力线路应分层架设。

11.1.2 弃渣场的安全防护应符合 8.2.6 的规定。

11.1.3 隧道洞口管理的要求如下：



- a) 隧道洞口应建立洞内外通信联络系统;由专人负责进出人员登记及材料、设备与爆破器材进出隧道记录和安全监控等工作;
 - b) 长、特长及高风险隧道洞口应设置稳定可靠的视频监控系统、门禁系统和人员识别定位系统。
- 11.1.4 隧道洞口、开关箱、配电箱、台车、台架、坑洞和仰拱开挖等危险区域应设置明显的安全标志。洞内施工机械、设备、设施均应设反光标识;台车和台架内轮廓应设灯带轮廓标识。
- 11.1.5 施工隧道内不应明火取暖。隧道内应按要求配备消防器材。从洞口向洞内延伸每隔 100 m 应设置一组灭火器,每组为 2 个。
- 11.1.6 隧道内不应存放汽油、柴油、煤油、变压器油、雷管、炸药等易燃易爆物品,不应在施工现场违规运输、存放和使用民用爆破物品。
- 11.1.7 隧道施工设备应符合 6.10 的规定,且满足以下要求:
- a) 宜采用先进工艺工装设备进行机械化减人;
 - b) 通风机、抽水机等应配备备用设备;
 - c) 台架、台车、栈桥等施工设施的设置应满足通行安全的要求;
 - d) 存在不良地质、特殊性岩土、有毒有害气体等高风险隧道应安装视频监控和气体监测设备。
- 11.1.8 应在洞口和洞内醒目位置设置限速标志,宜设置车辆测速报警系统;洞内路面摊铺完成前,行车速度应小于 15 km/h,其中施工作业面行车速度应小于 10 km/h,仰拱栈桥、开挖段等危险区域行车速度应小于 5 km/h;成洞地段行车速度不宜大于 25 km/h。
- 11.1.9 隧道施工的通风、检测、用电应符合 6.13 的规定。隧道内摊铺沥青混凝土路面时,应采用机械通风排烟。隧道内有毒气体和可燃气体的浓度不应超过附录 B 中表 B.1 规定的限值。
- 11.1.10 隧道内应设立安全预警系统和应急逃生路线灯视引导。

11.2 洞口与明洞

- 11.2.1 洞口施工前,应先清理洞口上方及侧方可能滑塌的表土、灌木及山坡危石等。开工前、施工中应监测坡面的稳定情况,变形较大时应组织作业人员及时撤离现场。
- 11.2.2 洞口施工应采取措施保护周围建(构)筑物、铁路既有线、洞口附近交通道路。洞口下方为通车道路时,应设置警戒区及防物体打击类防护棚;洞口位于通行道路下方时,应设置临时栈桥跨越。
- 11.2.3 洞口应分别设置人行通道、车行通道,实行人车分流。
- 11.2.4 洞口坡面防护施工应符合 8.4 的规定。
- 11.2.5 明洞施工的安全防护要求如下:
- a) 明洞施工不应上下交叉作业;
 - b) 开挖松软地层边、仰坡应随挖随支护;
 - c) 明洞土石方开挖应符合 8.2、8.3 的规定;
 - d) 明洞衬砌施工应符合 6.2 的规定。
- 11.2.6 洞口开挖和进洞施工宜避开雨季和融雪期。不能避免时,应采取防止坍塌的措施。

11.3 隧道开挖

- 11.3.1 隧道开挖台车的安全防护要求如下:
- a) 台车防护栏杆应根据施工需要设置,宜采用高 1.2 m 的可拆卸式防护栏杆或固定式防护栏杆;防护栏杆应设置挡脚板并挂密目式阻燃安全立网封闭,宜采用具有夜间反光效果的安全色;防护栏杆应与台车一同设计验算;护栏底部安装耳座与台车平台上的安装耳座宜通过螺栓组件连接;防护栏杆易损部件应有备用件,损坏后应及时修复;防护栏杆还应符合 5.1 的规定;
 - b) 人员应有上下台车的安全通道,宜采用固定式钢斜梯;
 - c) 作业平台宜使用脚手板或钢筋网格铺满,表面如有坡度应加设间距不大于 0.4 m 的防滑条或

采取其他防滑措施；

- d) 台车轨道端头应设置轨道端部止挡,并应符合 6.10.8c) 的规定；
- e) 台车上用电设备应配置防雨罩和绝缘保护装置;使用之前应先检查供电线路；
- f) 应设置标明允许负载值的限载牌,限定允许作业人数,不应超重；
- g) 作业平台上应配备 1 组(2 个)消防灭火器。

11.3.2 软弱围岩隧道开挖时,掌子面至二次衬砌之间应设置逃生通道。逃生通道的要求如下：

- a) 逃生通道宜由整节管道、短节管道、转接接头(135°)、支架、连接件等组成；
- b) 整节管道每节长度不宜大于 5 m,内径不宜小于 0.8 m;短节管道可采用 1 m、2 m、3 m 的节段。逃生通道经过掘进台阶时,管节之间宜安装 135°转接接头顺延;逃生通道通过仰拱施工处时,宜使用支架支撑固定逃生通道。逃生通道管节之间可使用直径大于逃生通道外径 0.1 m 的套管、螺栓、链条或环形抱箍等方式连接。逃生通道应便于安拆,并避免在使用中脱节；
- c) 逃生通道基础底部应平整,安装到位后应对逃生通道进行支垫或进行半填埋加固；
- d) 逃生通道距离开挖掌子面不应大于 20 m,搭接二次衬砌长度不应小于 5 m；
- e) 逃生通道不应作为应急逃生以外的用途,逃生通道进口侧应配置救生箱及应急物资。

11.3.3 隧道掘进作业面应实施机械化作业,应设置警戒区、安全标志,非施工人员不应进入。人工开挖应由专人指挥,作业人员应保持安全距离。

11.3.4 长度小于 300 m 的隧道,起爆站应设在洞口侧面 50 m 以外;其余隧道洞内起爆站距爆破位置不应小于 300 m。爆破作业应符合 6.9 的规定。

11.3.5 在围岩地质复杂地段,应对凿岩台车主要部位采取加固措施,设置特殊防护装置。

11.3.6 仰拱施工作业应采用仰拱栈桥跨越,且满足以下要求：

- a) 仰拱栈桥液压千斤顶宜设有自锁定装置,宜采用履带式行走系统；
- b) 仰拱栈桥引桥的最大纵向坡度不宜大于 25% ;桥面应做防侧滑处理；
- c) 仰拱栈桥两侧宜采用防撞护栏,应水平设置挡脚板并挂密目式安全立网封闭；
- d) 仰拱栈桥两端应设限速、限重安全标志、反光标志;车辆通过仰拱栈桥时速度不应大于 5 km/h；
- e) 仰拱栈桥就位后应检查基础的稳定情况和千斤顶是否锁定；
- f) 仰拱栈桥上部的泥水及残余混凝土应及时清除；
- g) 汽车通过仰拱栈桥时,应先确认桥下施工人员是否已撤至安全区域。

11.4 装渣与运输

11.4.1 装渣前和装渣过程中应观察围岩状况,发现松动危石或塌方征兆应先撤出人员、车辆,进行处置后再进行作业。

11.4.2 装渣作业应设置警戒区,非施工人员不应进入。机械作业时,其回转范围内不应有人通过或停留;2 台以上机械同时作业时,应明确各自的作业范围。

11.4.3 装渣车辆应安装倒车蜂鸣提示器,宜安装感应雷达、倒车影像和超速报警装置。

11.4.4 装渣车辆和人员出入应分离,不应超载,不应人料混装。运转大体积或超长料具时,应由专人指挥,专车运输,并设置外轮廓灯。

11.4.5 机械装渣时应应对初期支护钢架进行防碰撞保护。

11.4.6 有轨运输应在线路尽头设置轨道端部止挡。

11.5 支护与衬砌

11.5.1 作业时应应对支护部位进行监测;支护发生变形、裂缝或损坏时,作业人员应及时撤离现场。

11.5.2 喷射混凝土作业时,不应将喷头对准人员,非施工人员不应进入作业区。

11.5.3 钢筋防水板作业台车、二次衬砌台车的安全防护应符合 11.3.1 的规定。台车就位后,应按规

定设置防溜车装置,液压支撑应有锁定装置。

11.5.4 衬砌钢筋安装应设临时支撑,临时支撑应牢固可靠,并有醒目的安全标志。

11.5.5 防水板存放、铺设地段应配备足够数量的消防器材。钢筋焊接作业在防水板一侧应设阻燃挡板。照明灯具与防水板间距离不应小于0.5 m,不应烘烤防水板。

11.5.6 管棚和小导管在作业平台上临时存放时,不应超过平台设计荷载,并应控制存放数量和高度,并采取防滚动措施。

11.5.7 喷射混凝土、锚杆、钢筋网、超前小导管、管棚支护施工时,焊接作业区域内不应有易燃易爆物品,下方不应有人员站立或通行。

11.6 辅助坑道

11.6.1 井口房和通风机房附近20 m内不应有明火。

11.6.2 斜井、竖井的富水终端应配备救生设施。

11.6.3 不应在斜井、竖井的井壁上悬吊物品,应及时处理浮石危岩。

11.6.4 斜井施工的安全防护要求如下:

- a) 无轨运输斜井内运输道路应硬化,并应采取防滑措施。长隧道斜井无轨运输道路综合纵坡不应大于10%;洞内的集水坑、变压器、紧急避险处应设置防撞护栏和安全标志;单车道的斜井,每隔一定距离应设置错车道,其长度应满足安全行车要求;斜井内每隔300 m~500 m应设置缓冲防撞安全岛。无轨运输进洞载物车辆车速不应大于8 km/h,空车车速不应大于15 km/h,出洞爬坡车速不应大于20 km/h;
- b) 有轨运输井口应设置挡车器,并由专人管理。在挡车器下方5 m~10 m及接近井底前10 m处应各设一道防溜车装置;长大斜井每隔100 m应分别设置防溜车装置,井底与通道连接处应设置安全索。车辆行驶时,井内不应有人员通行或作业;有轨运输井身每30 m~50 m应设置躲避洞,井底停车场应设避车洞,井底附近的固定设备应置于专用洞室;
- c) 斜井一侧应设宽1 m的人行斜道供进出施工人员行走,与运输道路、轨道的安全距离不应小于2.5 m,每间隔50 m~100 m应设置一处休息平台,并应符合8.4.3d)的规定;
- d) 斜井垂直深度超过50 m时,应有运送人员的专用车辆;车辆应设顶盖,并装有可靠的防坠器,车辆中应配备向卷扬机司机发送紧急信号的装置;
- e) 斜井口、井下及提升绞车应有联络信号装置,每次提升、下放与停留应有明确的信号规定;
- f) 斜井中牵引运输速度不应大于5 m/s,接近洞口与井底时不应大于2 m/s,升降加速度不应大于 0.5 m/s^2 ;
- g) 斜井提升设备应按规定配备符合要求的防止过卷装置、防止超速装置、限速器、深度指示器、警铃、常用闸和保险闸等保险装置;
- h) 斜井提升、连接装置应符合安全使用要求,钢丝绳应符合6.7.7的规定,并应定期检查;
- i) 作业平台、衬砌台车应配备制动装置,就位后应及时锁固。

11.6.5 竖井施工的安全防护要求如下:

- a) 竖井的锁口圈应高于地面不少于0.5 m;
- b) 井口应配备井盖,除升降人员和物料进出外,井盖不应打开;井口应配备防雨设施,通向井口的轨道应设挡车器;井口周围应设防护栏杆和安全门,防护栏杆的高度不应小于1.2 m,且应符合5.1的规定;
- c) 人员升降时不应携带大件材料、工具,随身携带的小件工具应放入工具袋;
- d) 竖井井架应有防雷保护措施,在大风地区或大风季节应设置缆风绳;
- e) 当工作面附近或未衬砌地段发现落石、支撑发响、大量涌水时,作业人员应立即撤出井外。

11.7 盾构施工

11.7.1 盾构机的安全防护应符合 GB/T 34650 的规定。

11.7.2 盾构管片拼装应由专人指挥,管片拼装范围内不应有人和障碍物。管片拼装时,拼装设备与管片连接应稳固,拼装完的管片应及时固定。

11.7.3 大坡度地段机车和盾构机后配套台车应设置防溜装置。

11.7.4 盾构机施工作业平台、人行通道等部位的临边防护应采用符合 GB 4053.3 要求的防护栏杆,还应符合 5.1.5、5.1.6 和 5.1.7 的规定。

11.7.5 作业平台之间人员上下的安全通道应采用钢直梯或固定式钢斜梯,且应符合 5.4、5.6 的规定。

11.7.6 盾构箱涵两侧作业宜设置移动式作业平台,且满足以下要求:

- a) 作业平台表面与箱涵顶面垂直距离不宜超过 20 mm;
- b) 宜在沿管片内弧面、箱涵侧面及箱涵牛腿顶面设置行走轮,并应保证移动平台可沿隧道轴线平稳移动;行走轮应配有制动装置;
- c) 宜设置连通平台顶部至箱涵底部的钢直梯;
- d) 应采用汽车起重机等机械将组装成型的箱涵两侧移动式作业平台安放到位。

11.7.7 盾构箱涵作业面宜采用盾构箱涵拼装两侧移动护栏,且满足以下要求:

- a) 盾构箱涵拼装两侧移动护栏宜由横杆、竖杆、支撑体系等组成;
- b) 盾构箱涵拼装两侧移动护栏的横杆及竖杆应组成牢固的立面框架,其水平投影应落在箱涵表面;其中横杆分为上、下两道,上横杆距箱涵表面高度应不低于 1.2 m,下横杆距箱涵表面高度应不大于 0.3 m;竖杆间隙应大于 30 mm 且不应大于 110 mm;
- c) 盾构箱涵拼装两侧移动护栏应由盾构机设计制造单位与盾构机一同设计验算;移动护栏的横杆、竖杆应能承受任何方向施加的 1 kN 的集中荷载;
- d) 盾构箱涵拼装两侧移动护栏各构件之间宜采用焊接连接,支撑体系应焊接在盾构机结构上;
- e) 盾构机移动时,应在箱涵表面设置警戒区。

12 特殊季节与特殊环境施工

12.1 一般要求

12.1.1 应根据不同季节特点和施工环境特征,制定相应的施工安全防护技术方案,并应采取针对性的安全防护措施。

12.1.2 施工前应及时掌握气温、雨雪、风暴、汛情等预报,做好施工现场安全防护,避免发生事故。

12.2 冬季施工

12.2.1 冬季施工现场的道路、作业平台、通道、梯子等均应采取防滑措施,及时清除冰雪。

12.2.2 冬季进行高处作业应采取可靠的防滑和防冻措施,并应及时清除水、冰、霜、雪。

12.2.3 处于结冰水域的结构物,应采取必要的防护措施,防止在施工期间遭受流冰撞击等危害。

12.3 雨季施工

12.3.1 雨季来临前,应检查、修复或完善防护棚、作业平台、安全通道、缆风绳等安全防护设施,必要时应采取加固措施。

12.3.2 施工现场的脚手架、作业平台、桥梁、墩台等作业面应采取防滑措施。

12.3.3 雨季基坑开挖时,应设挡水埂,防止地面水流入;基坑内应设集水井,并应配备足够的抽排水设备。

附录 A

(规范性)

安全防护设施的设计验算

A.1 防护栏杆

防护栏杆应进行设计验算及型式试验,并应符合下列要求:

- a) 横杆、立柱能承受任何方向施加的 1 kN 的可变荷载;
- b) 验算横杆、立柱的强度,立柱底端的连接固定;
- c) 出厂前按 JG/T 342 进行抗水平荷载性能试验、抗垂直荷载性能试验及抗软重物撞击性能试验;抗软重物撞击性能检测时,撞击能量 E 为 $300 \text{ N} \cdot \text{m}$,撞击后防护栏杆各连接部位无开裂、松弛或脱落现象。

A.2 防物体打击类防护棚

防物体打击类防护棚应进行设计验算,并应符合下列要求:

- a) 棚顶设计荷载按实际使用要求确定,风荷载计算满足 GB 50009 的规定;
- b) 验算棚板强度、立柱稳定性、地基承载力、风荷载下水平侧移变形。

A.3 固定式钢斜梯

固定式钢斜梯应进行设计验算及型式试验,并应符合下列要求:

- a) 梯梁应能承受 5 倍预定活荷载标准值,并能承受施加在任何点的 4.4 kN 集中荷载,水平投影面上 3.5 kN/m^2 的均布活荷载;
- b) 踏板中点应能承受 1.5 kN 的集中活荷载,在梯梁内侧宽度上能承受 2.2 kN/m 的均布荷载;
- c) 扶手应能承受在除了向上的任何方向施加的不小于 890 N 集中荷载,在相邻立柱间的最大挠度变形应不大于跨度的 $1/250$;中间栏杆应能承受在中点圆周上施加的不小于 700 N 水平集中荷载,最大挠曲变形不大于 75 mm;端部或末端立柱应能承受在立柱顶部施加的任何方向上 890 N 的集中荷载,以上荷载不进行叠加;
- d) 梯间平台应能承受不小于 2 kN/m^2 的均匀分布活荷载;
- e) 钢斜梯可简化为简支梁建模计算;
- f) 应验算梯梁和踏板的强度、跨中变形、焊缝强度、螺栓连接强度;
- g) 出厂前应进行承载力、刚度、稳定性试验。

A.4 移动式钢斜梯

移动式钢斜梯应进行设计验算及型式试验,并应符合下列要求:

- a) 梯梁、踏板、扶手、梯间平台的设计荷载应符合 A.3 的规定;
- b) 可按照三维桁架建模计算;
- c) 应验算梯梁和踏板的强度、跨中变形、焊缝强度;
- d) 出厂前应进行承载力、刚度、稳定性试验。

A.5 钢直梯

钢直梯应进行设计验算及型式试验,并应符合下列要求:

- a) 梯梁组装固定后其上端应能承受 2 kN 垂直集中活荷载(高度按支撑间距选取,无中间支撑时

- 按两端固定点距离选取),在任何方向上的挠曲变形不应大于 2 mm;
- b) 踏棍中点应能承受 1 kN 垂直集中活荷载,容许挠度应为踏棍长度的 1/250;
 - c) 每对钢直梯支撑及其连接件应能承受 3 kN 的垂直荷载及 500 N 的拉出荷载;
 - d) 梯间平台应能承受不小于 2 kN/m² 的均匀分布活荷载;
 - e) 钢直梯可简化为平面力系的简支梁建模计算;
 - f) 应验算梯梁、踏棍的强度、跨中变形及焊缝强度;
 - g) 整体结构应通过承载力、刚度、稳定性试验。

A.6 人行塔梯

人行塔梯应进行设计验算及型式试验,并符合下列要求:

- a) 钢斜梯荷载应符合 A.3 的规定;
- b) 梯间平台应能承受不小于 2 kN/m² 的均匀分布活荷载;
- c) 受弯构件容许挠度应为跨度的 1/150 和 10 mm 中的较小值;
- d) 对于承载能力极限状态设计,人行塔梯荷载效应的基本组合宜按表 A.1 采用;

表 A.1 人行塔梯荷载效应的基本组合

| 计算项目 | 荷载效应的基本组合 |
|---|----------------------------|
| 立杆/水平杆强度、稳定承载力 | 永久荷载 + 施工荷载 |
| 立杆稳定承载力 | 永久荷载 + 施工荷载 + ϕ_w 风荷载 |
| 连墙件强度、稳定承载力 | 风荷载 + N_0 |
| 立杆地基承载力 | 永久荷载 + 施工荷载 |
| 注 1: N_0 为连墙件约束架体平面外变形所产生的轴向力设计值; 注 2: ϕ_w 为风荷载组合值系数。 | |

- e) 对于正常使用极限状态设计,人行塔梯荷载效应的标准组合宜按表 A.2 采用;

表 A.2 人行塔梯荷载效应的标准组合

| 计算项目 | 荷载效应的标准组合 |
|-----------------|-----------|
| 水平受弯杆件挠度、梯间平台挠度 | 永久荷载 |

- f) 人行塔梯验算应符合 GB 51210 或 GB 50017 的规定;
- h) 定型产品的人行塔梯,应通过承载力、刚度、稳定性试验;
- g) 使用环境与设计说明书不相符时,应重新验算。

A.7 高处作业水平安全通道

高处作业水平安全通道应进行设计验算,并应符合下列要求:

- a) 按实际使用要求确定设计荷载,并符合 A.7 b) 的规定;
- b) 整个通道区域能承受不小于 2 kN/m² 的均匀分布活荷载;在通道区域内中心距为 1 m,边长 0.3 m 正方形上能承受不小于 1 kN 集中荷载;
- c) 受弯构件容许挠度为跨度的 1/150 和 10 mm 中的较小值;
- d) 验算底部支撑梁和通道底板的强度、刚度和平台整体稳定性。



A.8 悬挑式作业平台

悬挑式作业平台应进行设计验算,并应符合下列要求:

- a) 按实际使用要求确定设计荷载,并符合 A.8 b) 的规定;
- b) 整个平台区域能承受不小于 2 kN/m^2 均匀分布活荷载;在平台区域内中心距为 1 m ,边长 0.3 m 正方形上能承受不小于 1 kN 集中荷载;
- c) 受弯构件容许挠度为跨度的 $1/150$ 和 10 mm 中的较小值;
- d) 风荷载计算满足 GB 50009 的规定。

A.9 落地式作业平台

落地式作业平台应进行设计验算,并应符合下列要求:

- a) 按实际使用要求确定设计荷载,并符合 A.9 b) 的规定;
- b) 整个平台区域能承受不小于 2 kN/m^2 均匀分布活荷载;在平台区域内中心距为 1 m ,边长 0.3 m 正方形上能承受不小于 1 kN 集中荷载;
- c) 受弯构件容许挠度为跨度的 $1/150$ 和 10 mm 中的较小值;
- d) 荷载效应的基本组合、标准组合符合 A.6 的规定;
- e) 验算符合 GB 51210 或 GB 50017 的规定。

A.10 移动式作业平台

移动式作业平台应进行设计验算和型式试验,并应符合下列要求:

- a) 根据实际使用要求确定设计荷载,并符合 A.10 b) 的规定;
- b) 整个平台区域能承受不小于 2 kN/m^2 均匀分布活荷载;在平台区域内中心距为 1 m ,边长 0.3 m 正方形上能承受不小于 1 kN 集中荷载;
- c) 受弯构件容许挠度为跨度的 $1/150$ 和 10 mm 中的较小值;
- d) 行走轮的承载力满足荷载要求,且不小于 5 kN ,制动力矩满足荷载要求,且不小于 $2.5 \text{ N} \cdot \text{m}$;
- e) 整体结构通过承载力、刚度、稳定性试验。



附录 B

(规范性)

有限空间作业常见有毒气体浓度判定

B.1 有限空间作业常见有毒气体浓度判定限值见表 B.1。

表 B.1 有限空间作业常见有毒气体浓度判定限值

| 气体名称 | 评判值 | |
|------|-------------------|----------|
| | mg/m ³ | ppm(20℃) |
| 硫化氢 | 10 | 7 |
| 氯化氢 | 7.5 | 4.9 |
| 氰化氢 | 1 | 0.8 |
| 磷化氢 | 0.3 | 0.2 |
| 溴化氢 | 10 | 2.9 |
| 氯 | 1 | 0.3 |
| 甲醛 | 0.5 | 0.4 |
| 一氧化碳 | 30 | 25 |
| 一氧化氮 | 10 | 8 |
| 二氧化碳 | 18 000 | 9 834 |
| 二氧化氮 | 10 | 5.2 |
| 二氧化硫 | 10 | 3.7 |
| 二硫化碳 | 10 | 3.1 |
| 苯 | 10 | 3 |
| 甲苯 | 100 | 26 |
| 二甲苯 | 100 | 22 |
| 氨 | 30 | 42 |
| 乙酸 | 20 | 8 |
| 丙酮 | 450 | 186 |

注：表中数据均为该气体容许浓度的上限值。

B.2 气体体积浓度值测定的计算方法见公式(B.1)。

$$n_1 = \frac{22.4}{M} \times n_2 \times \frac{273 + T}{273} \times \frac{101325}{p} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

 n_1 ——测定的气体体积浓度值(ppm)； n_2 ——所求的气体质量浓度值,单位为毫克每立方米(mg/m³)； M ——气体分子量； T ——温度,单位为开尔文(K)； p ——压力,单位为帕(Pa)。

参 考 文 献

- [1] GB 4053.1—2009 固定式钢梯及平台安全要求 第1部分:钢直梯
- [2] GB 4053.2—2009 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分:钢斜梯
- [3] GB 4387—2008 工业企业厂内铁路、道路运输安全规程
- [4] GB/T 5976—2006 钢丝绳夹
- [5] GB 6067.1—2010 起重机械安全规程 第1部分:总则
- [6] GB/T 7588—2020(所有部分) 电梯制造与安装安全规范
- [7] GB/T 10058—2023 电梯技术条件
- [8] GB 50009 建筑结构荷载规范
- [9] GB/T 50113—2019 滑动模板工程技术标准
- [10] GB 50201—2012 土方与爆破工程施工及验收规范
- [11] GB 50268—2008 给水排水管道工程施工及验收规范
- [12] GB 50330—2013 建筑边坡工程技术规范
- [13] GB 50424—2015 油气输送管道穿越工程施工规范
- [14] GB/T 50484—2019 石油化工建设工程施工安全技术标准
- [15] GB 50666—2011 混凝土结构工程施工规范
- [16] GB 50734—2012 冶金工业建设钻探技术规范
- [17] GB 50755—2012 钢结构工程施工规范
- [18] GB 50771—2012 有色金属采矿设计规范
- [19] GB/T 50905—2014 建筑工程绿色施工规范
- [20] GB 50996—2014 地下水封石洞油库施工及验收规范
- [21] GB 51004—2015 建筑地基基础工程施工规范
- [22] DL/T 5702—2014 水电水利工程沉井施工技术规程
- [23] JG/T 342 建筑用玻璃与金属护栏
- [24] JTG F90—2015 公路工程施工安全技术规范
- [25] JTS 169—2017 码头附属设施技术规范
- [26] NB/T 10340—2019 水电工程坑探规程
- [27] QC/T 667—2010 混凝土搅拌运输车技术条件和试验方法
- [28] TB 10301—2020 铁路工程基本作业施工安全技术规程
- [29] TB 10303—2020 铁路桥涵工程施工安全技术规程
- [30] TB 10304—2020 铁路隧道工程施工安全技术规程
- [31] 有限空间作业安全指导手册(应急厅函〔2020〕299号)
- [32] 施工现场安全防护设施标准化指南 人民交通出版社 2021

